Conseil des sciences du Canada

Science Council of Canada

SÉRIE « STRATÉGIES SECTORIELLES EN MATIÈRE DE TECHNOLOGIE »

N° 6

Les produits pétrochimiques et les résines au Canada

SÉRIE «STRATÉGIES SECTORIELLES EN MATIÈRE DE TECHNOLOGIE»

N° 6 LES PRODUITS PÉTROCHIMIQUES ET LES RÉSINES AU CANADA

Conseil des sciences du Canada
100, rue Metcalfe
Ottawa (Ontario)
Canada K1P 5M1

N° de catalogue : SS25-1/6-1992F
N° d'ISBN : 0-662-97347-X
©Ministre des Approvisionnements et Services, 1992

92-07658/

Table des matières

Faits saillants v
Historique de la série «Stratégies sectorielles en matière de technologie» vii
Commentaire sur la série «Stratégies sectorielles en matière de technologie» et sur les objectifs de la R-D viii
Liste des rapports de la série «Stratégies sectorielles en matière de technologie» x
Remerciements xi
Introduction 1

Vue d'ensemble du secteur mondial de la pétrochimie 2
- Le marché mondial de la pétrochimie 2
- La compétitivité 5
- Le secteur de la pétrochimie dans le monde 6
  - L'Europe 7
  - Les États-Unis 7
  - Le Japon 9
  - L'Europe de l'Est 11

Les stratégies de R-D et d'investissement de l'industrie pétrochimique dans le monde 12
- La R-D industrielle dans le monde 12
- Les facteurs de réussite dans la R-D 13
- La R-D et la compétitivité future 14
- L'environnement : un important problème de R-D 15

Vue d'ensemble du secteur canadien de la pétrochimie 17
- Le développement du secteur au Canada 18
- Une comparaison avec Union Carbide 19
- Les investissements et les profits dans l'industrie pétrochimique canadienne 20
- Analyse par produit chimique 20
  - L'éthylène 20
  - Le polyéthylène 21
  - Le dichloroéthane, le monomère de chlorure de vinyle et le polychlorure de vinyle 22
  - L'éthylbenzène, le styrène, le polystyrène 23
  - Les résines acrylonitrile-butadiène-styrène 23
  - Le polybutadiène et les caoutchoucs synthétiques 24
  - L'oxyde d'éthylène et l'éthylène-glycol 24
  - Les résines polypropyléniques 24
  - Le benzène et le xylène 25
  - Le méthanol 25
  - L'éther méthylique du tert-butanol (MTBE) 26

La R-D et la compétitivité technologique dans le secteur de la pétrochimie au Canada 27
- Les stratégies technologiques de l'industrie pétrochimique au Canada 28
- Évaluation du rendement de la R-D dans l'industrie pétrochimique au Canada 29
- Les principales sociétés de produits pétrochimiques au Canada 29
  - Nova Pétrochimie 30
  - Dow Chemical Canada 31
  - Du Pont Canada 31

ICI Canada 32
Esso Chimie Canada 32
Shell Canada Chemical 32
La R-D universitaire 32

Les options et les stratégies de croissance du secteur de la pétrochimie au Canada 33
Questions sur l'orientation de l'industrie pétrochimique canadienne vers les produits de base 33
Les possibilités pour la croissance future 34
Davantage de mandats de production 34
La commercialisation 34
La réglementation de l'environnement 34
L'intégration du cycle de production 34
Les défis à l'horizon 35

Annexe : Cadre d'analyse des stratégies sectorielles en matière de développement technologique 37

Notes 39

Figure et tableaux

Figure 1. Source des produits pétrochimiques de base 3

Tableau 1. Vingt fabricants de produits pétrochimiques les plus importants, 1987 8
Tableau 2. Part des États-Unis dans la production mondiale des principaux produits pétrochimiques, 1989 8
Tableau 3. Production des principaux produits pétrochimiques aux États-Unis, 1988-1991 (en millions de tonnes) 9
Tableau 4. Dépenses en R-D de quelques-unes des principales sociétés de produits chimiques américaines, 1986-1989 (en millions de dollars américains) 14
Tableau 5. Principaux produits pétrochimiques fabriqués au Canada 17
Tableau 6. Évolution du commerce d'exportation de produits pétrochimiques primaires à base d'éthane, 1983-1989 (en millions de dollars canadiens) 19
Tableau 7. L'industrie pétrochimique au Canada : dépenses en immobilisations et profits nets (en millions de dollars canadiens) 20
Tableau 8. Stratégies technologiques des sociétés de produits pétrochimiques canadiennes 28
Tableau 9. Principaux fabricants de produits pétrochimiques au Canada 30

Faits saillants

- Il existe d'importantes industries pétrochimiques en Europe de l'Ouest, en Amérique du Nord et au Japon; d'autres pays riches en pétrole et en gaz sont aussi en train de développer la leur. Le Mexique, par exemple, deviendra probablement un concurrent important.

- Dans les années 1990, on peut s'attendre à ce que la plus forte concurrence provienne du Japon. Elle se fondera vraisemblablement sur des investissements totalement nouveaux, elle utilisera les techniques de pointe et emploiera les charges d'alimentation récemment exploitées et peu coûteuses du Mexique.

- Les produits pétrochimiques peuvent être classés en produits de base ou en spécialités. L'industrie pétrochimique canadienne est principalement axée sur les produits de base et elle est moins développée dans le secteur des spécialités chimiques.

- Les facteurs concurrentiels favorisant le Canada comme pays fabricant de produits chimiques comprennent les charges d'alimentation peu coûteuses (par exemple, le gaz naturel de l'Alberta), l'accès à la meilleure technologie existante, soit par cession de licence, soit par les sociétés mères multinationales, les coûts d'énergie peu élevés et l'accès aux marchés internationaux, plus particulièrement le Midwest américain.

- Pendant les années 1970, l'industrie pétrochimique canadienne a pris de l'expansion et s'est créé des débouchés d'exportation de produits pétrochimiques grâce à des charges d'alimentation peu coûteuses.

- Les principales sociétés canadiennes nationales sont : Nova Pétrochimie, Dow Chemical Canada, Du Pont Canada, CIL/ICI Canada, Esso Chimie Canada et Shell Canada Chemical. Ces sociétés ont généralement des installations à l'échelle mondiale et appliquent, en matière de développement technologique, la stratégie qui consiste à «adopter et adapter».

- Dans de nombreuses multinationales intégrées, il est généralement difficile de faire la distinction entre la recherche pétrochimique et la recherche dans le raffinage du pétrole et du gaz. Les données sur la R-D sont disséminées dans de nombreuses publications et présentées de diverses façons. Il aurait certes été préférable d'utiliser des comparaisons internationales sur la R-D, basées sur la valeur ajoutée plutôt que sur le total des ventes pour que la comparaison soit normalisée, mais il a été impossible d'obtenir ces données.

- Pour l'industrie pétrochimique, l'environnement prendra certainement de plus en plus d'importance dans la recherche et la production.

- Bien que les produits pétrochimiques canadiens soient technologiquement et économiquement compétitifs, ils ne présentent qu'une faible rentabilité. C'est le créneau des spécialités chimiques (la pâte à papier et le papier, l'environnement) qui est le plus rentable. Cependant, le Canada ne bénéficie que d'une technologie spécialisée limitée pour les produits ou les procédés qui lui permettraient de profiter du marché des spécialités chimiques.

- Si l'industrie pétrochimique canadienne jouit de grandes possibilités pour innover en matière d'applications de procédés et de mise en marché, elle n'a guère de raisons de le faire actuellement. Il se peut néanmoins que des bénéfices à long terme se manifestent à l'avenir dans la production de spécialités chimiques. Le principal défi consiste à effectuer à une intégration plus poussée du cycle de production tout entier, depuis les matières premières jusqu'aux produits finis.

Historique de la série «Stratégies sectorielles en matière de technologie»

Dans la «nouvelle» économie des années 1990, les entreprises prospères à forte valeur des pays industrialisés sont mues par l'innovation et incitées à consacrer des fonds à de nouveaux produits et procédés. Elles axent de plus en plus leurs stratégies commerciales sur des connaissances et des compétences spécialisées pour adapter leurs propres technologies clés aux marchés particuliers.

Où se situe le Canada dans ce nouveau milieu en évolution rapide, où les alliances et les relations changent constamment? La faible capacité d'innovation de l'industrie canadienne est une préoccupation du Conseil des sciences du Canada depuis 1971, année où l'organisme a fait paraître le rapport *L'innovation en difficulté*. Le Conseil a exprimé à nouveau ses inquiétudes dans sa déclaration intitulée *Innovation sectorielle*, publiée en 1987. Concentrant alors son attention sur les mesures susceptibles d'être prises au niveau sectoriel, le Conseil affirme :

> Les milieux industriels et gouvernementaux du Canada sont de plus en plus conscients du rôle clé joué par la technologie et la R-D dans la concurrence intérieure et internationale. Le Conseil des sciences considère qu'il incombe avant tout à l'industrie de relever le calibre de la technologie et d'accroître les activités de R-D au Canada. Néanmoins, les gouvernements peuvent venir en aide aux milieux industriels dans leurs efforts pour maintenir leur compétitivité à long terme à la fois en collaborant avec des entreprises individuelles et en bâtissant un consensus sur l'élaboration de stratégies d'innovation adaptées aux divers secteurs industriels. Il ne s'agit pas, pour les gouvernements, de dire aux entreprises ce qu'elles doivent faire, mais bien de favoriser la collaboration entre celles-ci dans une perspective d'autodéveloppement. Pour parvenir à un tel consensus sur la stratégie à adopter pour un secteur particulier, il faut établir une collaboration étroite et continue avec les industries sur le rôle actuel de la technologie et de la R-D dans le secteur, sur les perspectives de développement et sur la nature des sources, des stimulis et des formes d'innovation technologique. De toute évidence, pour réussir, il faudra élaborer des stratégies d'innovation distinctes pour chaque secteur de l'industrie. Le Conseil des sciences souhaite qu'en bâtissant ce consensus, on parviendra à déterminer les priorités, à établir les domaines qui se prêtent à la coopération et à élaborer un plan d'action.

Cet énoncé s'est révélé une étape importante de la décision qu'a prise par la suite le Conseil d'entreprendre un grand projet sur les stratégies sectorielles en matière de technologie.

En 1989, à un moment où l'état de la compétitivité canadienne suscitait beaucoup de préoccupations et où l'on s'interrogeait sérieusement sur le faible niveau des dépenses brutes affectées à la recherche et au développement au Canada par rapport à d'autres pays industrialisés, Industrie, Sciences et Technologie Canada (ISTC) a accepté d'assurer la plus grande partie du financement de ce projet. ISTC a aussi choisi les secteurs sur lesquels il souhaitait que porte le projet.

Chaque rapport de la série «Stratégies sectorielles en matière de technologie» s'inspire en partie d'analyses commandées par le Conseil des sciences du Canada à des entrepreneurs; celles-ci sont conçues pour révéler la dynamique de l'innovation technologique dans le secteur et celle des stratégies des sociétés en matière de technologie. Chaque rapport a aussi bénéficié dans une large mesure des observations et des conseils formulés par les nombreux experts externes des milieux d'affaires, universitaires et gouvernementaux, auxquels on rend hommage dans les remerciements.

Commentaire sur la série «Stratégies sectorielles en matière de technologie» et sur les objectifs de la R-D

La série «Stratégies sectorielles en matière de technologie» porte sur 15 secteurs d'activité au Canada. À la lumière de l'analyse effectuée, le Conseil des sciences du Canada formule les commentaires suivants sur le rendement du Canada en recherche et développement (R-D) et sur l'établissement d'objectifs sectoriels de R-D.

- Regroupées par secteur, les entreprises canadiennes exécutent généralement beaucoup moins de travaux de R-D que leurs concurrents commerciaux. En pourcentage des ventes, la R-D représente, pour les entreprises canadiennes, entre le tiers et la moitié de ce qu'effectuent dans le domaine leurs principaux concurrents sectoriels sur la scène internationale. Parmi les secteurs étudiés, celui des télécommunications constitue toutefois une exception digne de mention.

- Pour certaines lignes de produits ou technologies particulières, il faut atteindre certains seuils minimaux absolus de R-D et de dépenses d'investissement avant que les efforts consentis puissent éventuellement rapporter. Il est évident que les seuils minimaux sont élevés dans certains segments de secteurs, tels que les télécommunications (commutateurs de central téléphonique), les pièces pour véhicules automobiles (fournisseurs de premier niveau), le pétrole et le gaz (normes des raffineries sur l'essence reformulée) et l'électronique (fonderies où l'on traite les circuits intégrés). De tels seuils absolus ne peuvent être exprimés clairement en tant que pourcentage des ventes.

- Dans la majorité des 15 secteurs étudiés, la faiblesse des sommes allouées à la R-D par les entreprises s'explique par le choix de la stratégie commerciale et technologique (qui élimine presque les entreprises canadiennes de nombreux segments de marché à plus forte valeur ajoutée), la taille relativement petite des entreprises canadiennes, le haut niveau des seuils absolus de dépenses au titre de la R-D qu'il faut consentir pour jouer un rôle prépondérant, surtout dans le domaine des stratégies technologiques novatrices, et le pourcentage de propriété étrangère dans les entreprises canadiennes (un facteur particulièrement important dans les secteurs des pièces et des véhicules automobiles).

- L'insuffisance de R-D au Canada par rapport aux autres pays n'est que l'un des nombreux facteurs qui nuisent à la compétitivité du pays. Parmi ceux-ci figurent les coûts des investissements et de la main-d'œuvre, la qualité technique, la commercialisation et la gestion. La contribution de la R-D, ou plus précisément de l'innovation technologique, est pourtant de plus en plus marquée dans l'économie mondiale, mais le Canada continue de tirer de l'arrière en ce domaine. Le faible niveau de R-D affecte tout particulièrement les secteurs canadiens qui reposent sur l'exploitation des ressources en réduisant leur compétitivité dans le cas des produits différenciés à plus forte valeur. Ces secteurs sont ainsi vulnérables aux fluctuations de prix défavorables, mais indépendantes de leur volonté, qui découlent par exemple d'une augmentation du taux de change.

- Les industries canadiennes disposent assurément d'un considérable potentiel d'accroissement de leurs investissements en R-D. Cependant, l'exploitation de ce potentiel dépend fortement de l'optique des dirigeants d'entreprises et de leur capacité d'utiliser la technologie de façon stratégique, d'accélérer le processus d'innovation dans l'entreprise, de travailler plus étroitement avec les fournisseurs et les «clients exigeants» d'un bout à l'autre de la chaîne de production, et de

se doter des ressources nécessaires pour innover davantage et faire de la R-D. Les entreprises canadiennes n'ont pas encore saisi pleinement les répercussions de la stratégie nouvelle, dite stratégie de l'«entreprise superefficace» ou du «producteur flexible». Pour adopter cette nouvelle stratégie, elles devront chercher à offrir le meilleur produit possible à leurs clients. Afin de répondre aux besoins de ces derniers, elles devront intégrer les compétences d'une main-d'œuvre aguerrie à une structure de direction souple qui stimule les initiatives de coopération, tant au sein des entreprises qu'entre les entreprises.

- Les sociétés canadiennes œuvrant dans les secteurs étudiés cherchent surtout à adopter et à adapter des technologies existantes. Elles ne font guère place aux stratégies d'innovation technologique (une fois de plus, le secteur des télécommunications fait exception à la règle) et à peine quelques-unes d'entre elles se tournent vers les stratégies de pénétration des marchés dans le but de renforcer leur position concurrentielle. Dans l'ensemble, les entreprises des 15 secteurs envisagés ne font que peu d'efforts de diversification en dehors des lignes de produits existantes, préférant plutôt accroître l'efficacité de la production.

- Les gouvernements peuvent établir des objectifs de R-D par secteur, dans l'espoir d'inciter les entreprises à accroître leur rendement, à modifier leur stratégie commerciale et à obtenir un plus grand engagement du secteur privé à l'égard de la R-D. Cependant, la R-D effectuée par le secteur privé ne sera valable que si elle s'accompagne d'un vaste ensemble d'initiatives communes des secteurs public et privé, depuis les techniques améliorées et la production accrue jusqu'au financement et à la commercialisation. L'intensification des activités de R-D ne sera productive que si elle va de pair avec une stratégie commerciale en matière de technologie plus élaborée et conçue minutieusement afin d'appuyer les objectifs commerciaux des entreprises. Sinon, ces dernières ne pourront pas rassembler les investissements complémentaires requis pour tirer profit de la R-D. C'est l'entreprise qui doit engager des ressources aux fins de la R-D.

- Il devient de plus en plus difficile d'établir des objectifs par secteur en matière de R-D, puisque des facteurs tels les progrès technologiques, les changements dans la réglementation et les restructurations commerciales ont pour effet de décloisonner les secteurs. Les grandes entreprises diversifiées qui sont au premier plan de la R-D industrielle contemporaine s'adonnent en effet à des activités de R-D qui pourraient relever de plusieurs secteurs. Citons, par exemple, la R-D dans le domaine des textiles et des matériaux réalisée par de grandes entreprises japonaises de l'acier, la R-D en électronique effectuée par les fabricants de véhicules automobiles, et la R-D sur les logiciels faite par les entreprises de télécommunications. Les gouvernements canadiens ont, à juste titre, favorisé une intensification des efforts de R-D au sein des industries du pays. Vu le rythme rapide des progrès scientifiques et des changements techniques, d'une part, et compte tenu du rôle de l'interdépendance des systèmes et de la synergie entre les techniques, d'autre part, l'établissement d'objectifs de R-D ne semble pas justifier l'effort soutenu, la coopération et, en dernière analyse, l'engagement nécessaires du gouvernement fédéral, des gouvernements provinciaux et des organismes privés.

Liste des rapports de la série «Stratégies sectorielles en matière de technologie»

N° 1	Les télécommunications au Canada
N° 2	Les pièces automobiles au Canada
N° 3	Le fer et l'acier au Canada
N° 4	Les véhicules automobiles au Canada
N° 5	Le pétrole et le gaz naturel au Canada
N° 6	Les produits pétrochimiques et les résines au Canada
N° 7	Les banques au Canada
N° 8	Les métaux non ferreux au Canada
N° 9	Les produits forestiers au Canada
N° 10	La machinerie au Canada
N° 11	Les aliments et boissons au Canada
N° 12	L'énergie électrique au Canada
N° 13	Le génie-conseil au Canada
N° 14	L'électronique au Canada
N° 15	Les logiciels et les services informatiques au Canada

Remerciements

Le Conseil des sciences du Canada remercie les personnes et les organismes suivants, qui ont contribué à la préparation du présent rapport grâce aux extraits et aux renseignements qu'ils ont fournis : Jamil Wakim et Aida Jebons, SRI International, Menlo Park, Californie; Law, Sigurdson and Associates, Toronto; Strategic Directions Inc., Brampton; Clark Henry, Esso Resources, Sarnia; Gordon Lloyd et Dave Shearing, Association canadienne des fabricants de produits chimiques, Ottawa; George Miller et R.W. Betty, Nova Corporation, Calgary.

Les opinions et les conclusions contenues dans le présent rapport sont strictement celles du Conseil des sciences du Canada et ne représentent pas nécessairement celles d'autres personnes ou d'autres organismes.

Le comité du Conseil des sciences du Canada qui a dirigé le projet se composait des personnes suivantes :

John Roth, président, Systèmes sans fil, Northern Telecom (président du comité jusqu'en février 1991);
Simon J.S.W. Curry, directeur, Modélisation au niveau du système, Recherches Bell-Northern Ltée (président du comité depuis février 1991);
Morrell Bachynski, président, MPB Technologies Inc.;
Richard Bolton, directeur général, Centre canadien de fusion magnétique, Institut de recherche d'Hydro-Québec;
Richard Dillon, directeur, Alafin Consultants Ltd.;
*Gerry B. Dyer, directeur de la recherche, Du Pont Canada Inc.;
J. Barry French, professeur, Institute for Aerospace Studies, Université de Toronto;
James Gilmour, directeur de l'analyse des politiques, Conseil des sciences du Canada (membre d'office);
Gordon Gow, président-directeur général, Société internationale de l'Ontario;
Janet Halliwell, présidente, Conseil des sciences du Canada (depuis août 1990; membre d'office);
Geraldine Kenney-Wallace, présidente, Conseil des sciences du Canada (jusqu'à juillet 1990; membre d'office);
Bernard M. Leduc, chef de la direction scientifique et directeur régional, Wyeth-Ayerst Research — Canada;
Guy P.F. Steed, directeur des programmes, Conseil des sciences du Canada (membre d'office);
Andrew J. Szonyi, président, Canadian Resource Management Ltd.;
Graham Taylor, directeur, Innovation technologique et diffusion, Industrie, Sciences et Technologie Canada;
Hugh Wynne-Edwards, président, Terracy Corporation.

Le personnel du projet comprenait :

Rick Clayton, agent de projet et membre du comité du projet, Conseil des sciences du Canada;
Jean Reavley, attachée de recherche, Conseil des sciences du Canada.

* Chargé d'assurer la liaison au sein du comité pour le rapport sur les véhicules automobiles.

Introduction

Parce qu'elle a accès à d'abondantes quantités de charges d'alimentation à un prix concurrentiel et qu'elle profite généralement d'un accès facile aux marchés et à la technologie de pointe, l'industrie pétrochimique canadienne peut sembler très prospère. Mais est-ce bien le cas? Tant à l'échelle nationale qu'à l'échelle internationale, ce secteur est dominé par des multinationales qui, sauf dans le cas des spécialités chimiques, ne sont concurrentielles que sur le prix. Au cours de la dernière décennie, le secteur a subi des changements structurels globaux importants.

Les principaux objectifs du présent rapport sont de passer en revue les stratégies technologiques des principales sociétés pétrochimiques et de comparer le rendement du Canada en matière de R-D avec celui des ses principaux concurrents. Nous ferons ainsi ressortir les raisons majeures qui expliquent d'éventuelles différences et verrons comment ces dernières influent sur la compétitivité canadienne.

Vue d'ensemble du secteur mondial de la pétrochimie

Les produits pétrochimiques sont des produits chimiques organiques dérivés du pétrole brut et du gaz naturel. Au Canada, environ 90 p. 100 du pétrole et du gaz produits sont utilisés pour le transport et le chauffage. Les 10 p. 100 qui restent (soit 4 p. 100 de la production de pétrole brut et 25 p. 100 de la production de gaz naturel) sont convertis en charges d'alimentation pétrochimiques qui comprennent les liquides de gaz naturel, le gaz de pétrole liquéfié, le naphta et le gasoil. Ces charges d'alimentation sont converties en produits finis qui comprennent l'essence, le mazout, les huiles de graissage, les graisses, la paraffine, l'asphalte ou les produits pétrochimiques de base tels que l'éthylène, le propylène, le butadiène, le benzène, le toluène, le xylène et le méthanol (*voir* figure 1).

Les produits pétrochimiques de base sont améliorés pour donner des produits intermédiaires comme le styrène, le dichloroéthane, le propylène et le monomère de chlorure de vinyle (VCM) et, de plus, des résines plastiques en grand volume telles que le polyéthylène, le polystyrène, le polypropylène, le nylon et les acryliques. Les fibres synthétiques, les caoutchoucs synthétiques, les peintures et les produits plastiques sont des dérivés des résines plastiques.

En Amérique du Nord, les liquides du gaz naturel constituent la plus grande source de charges d'alimentation pour l'industrie pétrochimique. En Europe de l'Ouest et au Japon, la source principale des charges d'alimentation est le naphta. Depuis l'arrivée du gaz naturel de la Mer du Nord, les produits extraits du gaz naturel liquéfiés deviennent de plus en plus la source de charges d'alimentation de l'industrie pétrochimique de l'Europe de l'Ouest.

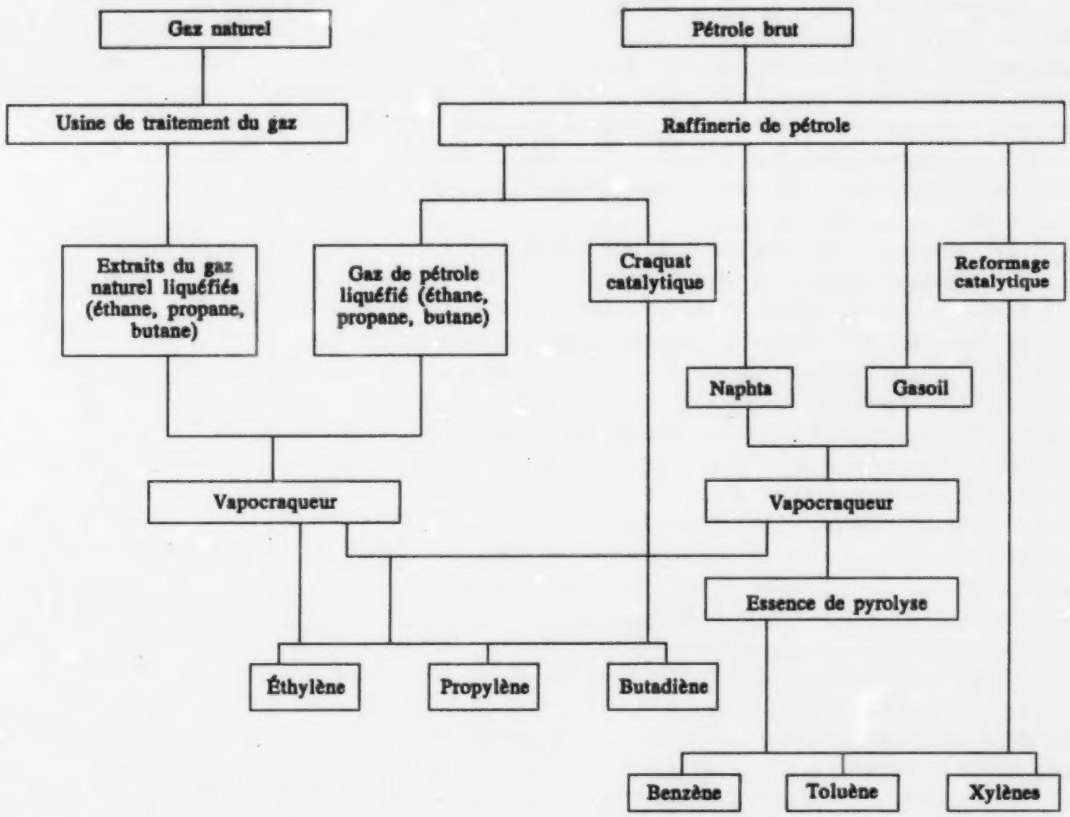
Le marché mondial de la pétrochimie

Les produits pétrochimiques sont généralement divisés en produits de base ou en spécialités chimiques. Les *produits chimiques de base*, qui comprennent les charges d'alimentation pétrochimiques de base et les produits intermédiaires en vrac, se vendent selon des spécifications physiques ou chimiques telles que la pureté, la couleur, le point d'ébullition ou de congélation et la masse volumique. Si un produit chimique correspond aux spécifications, le lieu de production (société ou pays) n'est habituellement pas important. Généralement, la concurrence se joue au niveau du prix, bien que si l'on envisage des pénuries, l'assurance d'un approvisionnement sûr risque d'influencer la décision de l'acheteur.

Les *spécialités chimiques*, qui comprennent certains plastiques et résines, se vendent davantage selon les fonctions qu'elles remplissent et selon leur fiabilité dans l'exécution de ces fonctions que selon leurs caractéristiques physiques ou chimiques. Dans les spécialités chimiques, le prix est un facteur moins important : non seulement les clients achètent d'une société qui possède déjà le produit chimique répondant à leurs besoins, mais ils travailleront souvent avec une société dans le but précis de mettre au point un nouveau produit chimique ou une nouvelle formule. Comme les spécialités chimiques sont plus chères que les produits chimiques de base, elles rapportent davantage par unité de vente. Par contre, le volume des ventes des spécialités chimiques n'atteint jamais celui des produits de base.

Les États-Unis, l'Europe de l'Ouest et le Japon ont été, dans le passé, les trois principales régions au monde pour la production des produits pétrochimiques. Elles ont chacune un marché intérieur important; ensemble, elles se partagent la part du lion du marché mondial des produits pétrochimiques. Cette situation est cependant en train de changer en raison de la croissance des industries pétrochimiques dans les pays en développement riches en pétrole et en gaz, comme l'Arabie saoudite.

Figure 1. Source des produits pétrochimiques de base



Source : SRI International

Pendant les années 1950 et 1960, l'industrie pétrochimique mondiale avait un taux de croissance à deux chiffres. On peut attribuer cette performance à deux facteurs : la chute continuelle des prix des charges d'alimentation pétrochimiques et la découverte de nouveaux marchés pour les produits chimiques. L'après-guerre a été marqué par l'apparition de grandes usines de traitement efficientes qui introduisaient les derniers développements technologiques provenant des laboratoires de R-D des grandes entreprises. Cependant, la croissance de l'industrie a attiré un grand nombre de nouveaux participants, ce qui s'est traduit par une surcapacité et une surabondance des marchandises, une chute du prix des produits et une réduction de la marge de profit. Dans le secteur de la pétrochimie, le facteur économique critique a toujours été l'économie d'échelle; en d'autres mots, plus l'usine est grande, plus l'unité de production est bon marché. Cependant, la technologie n'a pas toujours pu répondre aux exigences des producteurs qui demandaient constamment une baisse des coûts. Des problèmes se sont posés : des vannes devaient être redessinées et non pas seulement

agrandies, les réservoirs de stockage pouvaient être agrandis, mais avaient besoin de chicanes conçues avec soin pour maintenir la stabilité des liquides stockés, etc.

Les stratégies commerciales étaient inévitablement liées au besoin d'exploiter les économies d'échelle : il fallait maintenir de grands volumes de production et une exploitation ininterrompue. Les producteurs ont dû défendre leur part du marché. En fait, toute entreprise qui n'était pas capable de garder sa part de marché perdait vite l'occasion de maximiser les économies d'échelle et courait, en fin de compte, le risque d'avoir à fermer ses portes. Les marges de profit étaient coupées au maximum, sinon plus, uniquement pour maintenir en exploitation les nouvelles usines énormes. Dès 1972, ces marges étaient tellement faibles que l'augmentation de capacité a dû être ralentie pour réduire l'offre excédentaire.

Le secteur de la pétrochimie a été très touché par l'augmentation des prix du début des années 1970 et 1980. Pendant la crise du pétrole du début des années 1970, le coût des charges d'alimentation a presque doublé, ce qui en a fait le facteur concurrentiel déterminant dans l'industrie pétrochimique. Faute d'un approvisionnement garanti en matières premières provenant des sociétés pétrolières mères, certaines entreprises de produits chimiques indépendantes ont dû cesser de fabriquer certains produits chimiques. En 1974, la crainte d'une nouvelle hausse des prix a poussé les acheteurs de charges d'alimentation à accumuler des stocks, ce qui, avec l'augmentation des recettes provenant du prix élevé des produits chimiques, a amélioré provisoirement la situation financière des entreprises pétrochimiques. Dans ce courant d'optimisme artificiel, la capacité de production a été augmentée, surtout au sein des entreprises qui appartenaient à des sociétés pétrolières qui voyaient là un moyen d'augmenter la valeur de leurs produits. Une fois de plus, ces dispositions ont entraîné une surcapacité de production, une chute des prix et une réduction des profits.

Le marché des produits pétrochimiques dépend des marchés des produits finis qui, à leur tour, sont régis par les conditions économiques prédominantes. Les matériaux de construction, les appareils électroménagers, l'ameublement et les appareils d'éclairage, les automobiles ainsi que les pneus et chambres à air constituent les principaux marchés pour les produits pétrochimiques. Pendant les récessions économiques, toutefois, comme ce fut le cas en 1982-1983 et comme ça l'est actuellement (depuis 1990), le marché du logement baisse, ce qui provoque une diminution de la demande pour les plastiques, les fibres synthétiques pour les tapis, l'ameublement, les revêtements, les gros appareils électroménagers, les mousses plastiques pour l'ameublement, etc. La récession s'accompagne également d'un ralentissement des ventes dans le secteur de l'automobile, ralentissement qui entraîne des coupures dans la production automobile, une réduction de la demande d'articles tels que les plastiques pour la sellerie intérieure, les mousses et les textiles pour les sièges et les caoutchoucs synthétiques pour les pneus. Les récents changements structurels dans les marchés de l'automobile en Amérique du Nord, qui ont entraîné une chute des ventes de voitures nord-américaines et une augmentation des ventes de voitures importées, ont aussi eu des répercussions en aval sur les marchés des plastiques et des résines. Cependant, cet effet a été légèrement compensé par la construction, par les sociétés étrangères, d'usines de montage en Amérique du Nord, et par le choix de fabricants locaux comme sources d'approvisionnement.

Bien qu'il y ait toujours eu un certain commerce international de produits pétrochimiques, ce n'est que depuis la crise du pétrole, au début des années 1970, que des usines pétrochimiques ont été construites spécialement pour exporter la plus grande partie de leur production. À cette époque, bien des pays peu développés, riches en pétrole et en gaz, tels que l'Arabie saoudite, la Malaisie et le Mexique, ont saisi l'occasion de mettre en place une industrie pétrochimique, valorisant ainsi leurs ressources énergétiques et augmentant leur niveau industriel. Les encouragements offerts par ces pays ont attiré les investissements étrangers destinés à la création d'installations pétrochimiques[1]. Nombre des installations qui ont suivi étaient le résultat de coentreprises entre des sociétés chimiques étrangères (principalement américaines et japonaises) et des pays riches en pétrole du Moyen-Orient

(tels que l'Arabie saoudite, par l'intermédiaire de la Saudi Arabian Basic Industries Corporation, le Koweït et l'Iran).

À la fin des années 1970, on a fait d'importants investissements dans le secteur de la pétrochimie au Canada, en vue d'exploiter les riches ressources en pétrole et en gaz du pays et de faire face à la demande étrangère de charges d'alimentation. Grâce à la découverte de grandes quantités de gaz naturel dans les années 1970, la Nouvelle-Zélande a elle aussi été capable, à la même époque, de mettre en place une industrie pétrochimique axée sur l'exportation.

Au cours de la dernière décennie, on a constaté une légère tendance à construire des installations pétrochimiques dans des pays qui ne possèdent aucune ressource naturelle importante et dont le marché intérieur est restreint. Citons, à titre d'exemple, l'installation récemment bâtie à Singapour. Beaucoup de gens dans l'industrie pensent que, grâce à sa situation avantageuse par rapport au marché grandissant de l'Extrême-Orient, Singapour sera dès la fin du siècle un important centre de fabrication de produits chimiques.

Le Mexique est un autre endroit où l'industrie pétrochimique pourrait prendre de l'expansion, car trois forces en favorisent la croissance. D'abord, le Mexique aura vraisemblablement, de façon générale, les charges d'alimentation les moins chères d'Amérique du Nord. Ensuite, il fera peut-être bientôt partie d'une zone nord-américaine de libre-échange. Enfin, les sociétés japonaises pourraient très bien y faire de nouveaux investissements dans les produits pétrochimiques reposant sur une nouvelle technologie.

La crise du pétrole qui a marqué le début des années 1980 a entraîné une rationalisation importante de l'industrie pétrochimique : les usines non rentables ont été fermées et certaines sociétés ont abandonné leurs gammes de produits. Mais la reprise de la fin des années 1980, avec la hausse des profits qui l'accompagnait, a entraîné une autre augmentation de la capacité de production qui, à son tour, a été suivie d'une nouvelle période d'instabilité, amenée par la récente guerre du golfe Persique.

Du fait que le rendement dans le secteur de la pétrochimie et des résines est étroitement lié aux prix du pétrole et du gaz, il n'est pas facile de prévoir ce qui pourrait arriver à l'industrie au cours de la prochaine décennie. Les futurologues ont fait des prédictions basées sur diverses situations, en tenant compte de la croissance économique mondiale, des politiques relatives à la production et aux prix de l'Organisation des pays exportateurs de pétrole, des changements dans le marché des consommateurs, des nouveaux développements technologiques et de la probabilité de nouvelles découvertes de pétrole et de gaz. Selon les experts-conseils en énergie Purvin and Gertz de Houston, au Texas, et Hycarb Engineering de Calgary, en Alberta, le prix du pétrole demeurera bas (15 $ à 18 $ US le baril) durant les années 1990. Ils prévoient cependant de fortes augmentations des prix après l'an 2000 (*voir* la série «Stratégies sectorielles en matière de technologie» du Conseil des sciences du Canada, n° 5 — *Le pétrole et le gaz naturel au Canada*). De telles augmentations du prix du pétrole feraient monter, à leur tour, le prix des charges d'alimentation pétrochimiques et pourraient même retarder les plans d'expansion future.

La compétitivité

Pour être compétitive en termes de positionnement des produits et de maintien des marchés, l'industrie pétrochimique a besoin de charges d'alimentation bon marché et de la meilleure technologie existante. Les stratégies commerciales et technologiques à adopter dépendent de la dynamique du marché des produits chimiques particuliers.

En ce qui concerne les produits pétrochimiques de base, il faut généralement disposer d'une base compétitive pour les matières premières avant de pouvoir investir dans les installations. En fait, même une différence de prix d'un quart de cent la livre — ce qui est évidemment dérisoire — peut

déterminer les profits ou les pertes. Comme l'avantage que procure le prix des matières premières tend à s'éroder avec le temps, la recherche en production peut devenir un facteur important pour conserver l'avantage concurrentiel. Par exemple, Union Carbide du Canada prétend que sa recherche sur les catalyseurs de procédés et sur la conception des usines lui a permis d'avoir les installations de production d'éthylène-glycol les plus efficientes du monde et de justifier l'investissement dans une nouvelle usine en Alberta.

Les réseaux d'approvisionnement et de distribution font également partie des facteurs concurrentiels importants dans le secteur des produits pétrochimiques de base. Ces facteurs signifient tout simplement que l'on envoie le produit des usines d'une société directement au réseau d'approvisionnement global, où il est commercialisé par une force de vente mondiale. On peut voir des exemples de cette stratégie avec la production du styrène chez Shell, celle du polyéthylène et du glycol chez Dow Chemical, du polyéthylène chez Exxon et du polypropylène chez Himont. Il est évident que l'économie d'échelle dans les installations de fabrication de produits de base joue un rôle important dans le fonctionnement de cette stratégie de mise en marché.

Sur le marché des plastiques et des résines, qui se trouve en aval du secteur pétrochimique, la spécialisation du produit, ou l'adaptation d'un produit à un marché particulier, est l'une des principales stratégies concurrentielles. La recherche s'impose si l'on veut trouver les conditions optimales pour le traitement des produits ainsi que pour les catalyseurs et les additifs nécessaires aux diverses qualités de ces produits. Il faut également beaucoup de travail pour produire des résines qui offrent les caractéristiques particulières aux applications finales. On s'attend néanmoins à ce que ces résines se vendent plus cher, de façon à permettre le recouvrement du coût de l'investissement en R-D. En se spécialisant à ce point, les producteurs de résines font passer leur produit dans le domaine des spécialités chimiques.

Au fur et à mesure qu'une société accumule de l'expérience, son efficacité sur le plan de la production s'accroît et le prix de base du produit baisse en proportion. De plus, les connaissances acquises grâce à l'exploitation d'usines de production situées en divers endroits peuvent être utilisées pour mettre sur pied et exploiter de nouvelles installations, ce qui aide à maintenir les coûts de production et le prix des produits chimiques de base à un bas niveau.

Le secteur de la pétrochimie dans le monde

Les plus grandes entreprises pétrochimiques se trouvent en Europe de l'Est et aux États-Unis, bien que, au cours des deux dernières années, certaines sociétés japonaises aient réussi à s'infiltrer dans la catégorie des «20 plus grandes entreprises». Cette croissance japonaise est le résultat d'acquisitions et de coentreprises avec des sociétés d'Europe, du Moyen-Orient et d'Amérique du Nord.

Le tableau 1 donne un aperçu des principaux fabricants de produits pétrochimiques au monde ainsi que de leurs ventes en 1987. La restructuration de l'industrie pétrochimique européenne de la fin des années 1980, à laquelle s'est ajoutée l'expansion des sociétés japonaises en dehors du Japon, a provoqué un réordonnancement de ce groupe et l'introduction de nouvelles sociétés dont Mitsubishi Chemicals, Asahi Chemical et Sumitomo Chemicals. Notons que le tableau 1 n'indique pas forcément le rang exact de la société en termes de ventes de produits pétrochimiques. Plusieurs des 10 plus grandes sociétés ont d'importantes activités commerciales indépendantes des produits chimiques et fabriquent aussi des produits chimiques qui n'appartiennent pas à la catégorie des produits pétrochimiques. En fait, la plupart des sociétés énumérées au tableau 1 ont également des activités commerciales dans les produits chimiques en dehors de la pétrochimie et des résines; parmi ceux-ci figurent les produits pharmaceutiques, les engrais, les pesticides et les produits non organiques. Il est malheureusement impossible d'avoir une ventilation de leurs ventes dans les diverses catégories et les

comparaisons à l'échelle internationale sont donc sujettes à caution. Il est à noter que l'industrie chimique canadienne est fortement centrée sur les produits pétrochimiques de base et sur les polymères. Le Canada joue donc un rôle moins important dans d'autres domaines tels que celui des spécialités chimiques.

L'Europe

Au début des années 1980, une combinaison du prix élevé du pétrole, de la surproduction et des effets de la récession a précipité le déclin de l'industrie chimique européenne. Après avoir enregistré des pertes quotidiennes d'environ sept millions de dollars en 1982, l'industrie a fait l'objet d'une rationalisation importante et d'une restructuration en trois phases (*voir* ci-après)[2].

Phase 1. L'industrie a tout simplement réduit sa capacité de production, améliorant ainsi l'efficacité des installations. Certaines usines ont été fermées et certaines entreprises ont été entièrement liquidées. Les objectifs ont également été modifiés. Au lieu d'essayer de fabriquer un éventail important de produits, les sociétés de produits chimiques ont cherché à prendre la tête dans quelques marchés particuliers.

Phase 2. On a entrepris des restructurations à l'échelle mondiale, au cours desquelles les sociétés ont collaboré à la redistribution de leur actif. L'objectif de ces mesures, exécutées dans le cadre de coentreprises, de fusions et d'échanges, était d'augmenter la part de marché et de forcer les petits concurrents à abandonner leurs activités.

Phase 3. L'internationalisation est devenue la grande priorité. Alors qu'avant les années 1980, la plupart des sociétés de produits chimiques européennes se limitaient à desservir les marchés intérieurs, dans les années 1980, les producteurs européens ont commencé à réaliser environ 20 p. 100 de leurs ventes aux États-Unis. (Cependant, la plupart des produits chimiques actuellement vendus en Amérique du Nord sont toujours fabriqués localement.) Aujourd'hui, la plupart des producteurs européens fabriquent et vendent dans les quatre principaux marchés européens : l'Allemagne, le Royaume-Uni, l'Italie et la France. Les acquisitions, les fusions et les coentreprises ont été les instruments de l'expansion sur les marchés internationaux.

Peu des sociétés chimiques européennes sont liées à des sociétés pétrolières. Une telle indépendance présente des avantages, dont le fait que les activités des entreprises sont davantage régies par le marché que par l'approvisionnement en charges d'alimentation. La plupart des charges d'alimentation des entreprises de produits chimiques européennes viennent du Moyen-Orient, où les prix sont sujets à des fluctuations. La restructuration visant à fabriquer moins de produits signifie que les fluctuations, dans la demande et dans les prix des produits, ont désormais un effet plus important sur les ventes et les profits des sociétés de produits chimiques.

On prévoit que la croissance de la demande ralentira en 1991 parce que les gouvernements essaient de juguler l'inflation. En fait, le ralentissement prévu a déjà retardé des plans d'expansion[3].

Les États-Unis

Les États-Unis possèdent l'une des industries pétrochimiques les plus avancées du monde. Plusieurs facteurs, dont la disponibilité de charges d'alimentation à bon marché, l'accès à la technologie, une infrastructure bien développée ainsi qu'un marché national de première importance, ont assuré le soutien nécessaire à la croissance de l'industrie. En 1989, les États-Unis représentaient environ un tiers de la capacité de production mondiale pour quelques-uns des principaux produits pétrochimiques.

Tableau 1. Vingt fabricants de produits pétrochimiques les plus importants, 1987

Société	Pays	Ventes en 1987 (en milliards de dollars US)
BASF	Allemagne de l'Ouest	25,6
Bayer	Allemagne de l'Ouest	23,6
Hoechst	Allemagne de l'Ouest	23,5
ICI	Royaume-Uni	21,0
Du Pont	États-Unis	17,6
Dow Chemical	États-Unis	13,4
Ciba-Geigy	Suisse	12,4
Montedison	Italie	11,9
Shell	Pays-Bas et Royaume-Uni	11,7
Rhone-Poulenc	France	10,6
AKZO	Pays-Bas	8,8
Monsanto	États-Unis	7,6
Exxon	États-Unis	7,2
Sandoz	Suisse	7,1
Union Carbide	États-Unis	6,9
Solvay	Belgique	6,8
Roche Sapac	Suisse	6,1
EniChem	Italie	5,3
Norsk Hydro	Norvège	5,3
DSM	Pays-Bas	5,1

Source : «Shake, heat, squeaky-pop», *The Economist*, 16 juillet 1988, pp. 68-69.

Tableau 2. Part des États-Unis dans la production mondiale des principaux produits pétrochimiques, 1989

Produit pétrochimique	Pourcentage de la capacité mondiale (%)
Éthylène	30
Propylène	33
Benzène	31
Méthanol	23
Polyxylène	31

Source : SRI International, *Survol de l'industrie pétrochimique, de la technologie et des découvertes en R-D aux États-Unis*, rapport rédigé à contrat pour le Conseil des sciences du Canada, 1990 (inédit), p. 11.

Au début des années 1980, l'effet combiné de la compétitivité accrue des autres pays fabricants de produits pétrochimiques, de la surproduction, de la demande chancelante (surtout dans les spécialités chimiques) et du prix élevé des charges d'alimentation a forcé l'industrie pétrochimique des États-Unis à se restructurer. Comme en Europe à la même époque, les sociétés pétrochimiques ont vendu ou fermé les installations qui n'étaient pas rentables, ont fermé les usines inefficientes et se sont lancées dans des coentreprises pour réduire les risques d'échec commercial. Dans certains cas extrêmes, quelques-unes ont carrément abandonné la fabrication de produits chimiques de base pour chercher des secteurs commerciaux résistant mieux à la récession, tels que les spécialités chimiques et les produits de consommation périssables.

En 1986, ces efforts ont été fructueux et l'équilibre entre l'offre et la demande s'est stabilisé. En 1987, cependant, à la faveur d'une économie vigoureuse et d'un prix favorable pour le pétrole brut, la demande a commencé à distancer l'offre. De plus, dans certains secteurs, la réduction de la capacité de production du début des années 1980 avait été telle, qu'il y a eu des pénuries en 1987-1988. Dès 1989, cependant, la demande avait une fois de plus diminué, bien que l'économie américaine restât dynamique[4].

En 1990, la production des matériaux chimiques et synthétiques a diminué, par suite d'une réduction de la demande dans plusieurs marchés clés tels que celui de la construction et de l'automobile. Ainsi, quoique plusieurs nouvelles installations soient maintenant prêtes, la production actuelle n'atteint qu'environ 81 p. 100 de la capacité de production de 1989. De plus, bien que les prix du pétrole brut et du gaz naturel aient augmenté à cause de la crise du golfe Persique et que l'augmentation se soit répercutée sur le consommateur, les fabricants de produits pétrochimiques de base ont accusé une forte baisse de leurs recettes. D'une manière générale, l'incertitude qui a suivi la guerre du golfe Persique et qui s'est ajoutée à la récession a suscité, au début des années 1990, un certain pessimisme face à l'avenir des sociétés de produits chimiques américaines.

En fait, à court terme, la production de la plupart des produits chimiques aux États-Unis devrait diminuer de 7 à 8 p. 100 par rapport à 1990[5]. Le tableau 3 présente le niveau de production des produits pétrochimiques de base au cours des trois dernières années ainsi que les prévisions pour 1991.

Tableau 3. Production des principaux produits pétrochimiques aux États-Unis, 1988-1991 (en millions de tonnes)

Produit chimique	1988	1989	1990	1991*
Éthylène	16,87	15,85	16,33	15,65
Propylène	9,63	9,08	9,75	9,25
Butadiène	1,44	1,40	1,36	1,22
Benzène**	1 608,00	1 585,00	1 600,00	1 400,00
Xylènes	2,98	2,87	2,76	2,63

Source : «World Chemical Outlook», *Chemical and Engineering News*, 10 décembre 1990, p. 28.

* Estimation.
** Millions de gallons.

Le Japon

L'industrie pétrochimique du Japon a subi une restructuration dans le cadre du programme japonais d'amélioration de la structuration industrielle. Le commerce des produits pétrochimiques de base

possède donc maintenant une capacité d'utilisation supérieure. L'industrie a également été rationalisée pour permettre des économies d'échelle. Cependant, si on les compare à leurs concurrentes américaines et européennes, les sociétés japonaises sont plus petites et ont tendance à avoir un éventail de produits plus important. Bien que cette méthode présente un certain avantage — parce que les sociétés plus petites et moins bureaucratiques peuvent innover davantage et parvenir à l'excellence sur le plan technique dans des domaines particuliers — un éventail trop large de produits, combiné à une capacité de production moindre, peut également signifier que la variété est obtenue aux dépens des économies d'échelle dans la production.

Peu de producteurs japonais possèdent actuellement des usines à l'étranger. Ces dernières années, cependant, quelques-uns d'entre eux ont participé à certaines coentreprises à l'étranger avec des pays du Moyen-Orient, et ces participations pourraient indiquer une nouvelle tendance importante dans l'industrie japonaise.

Les sociétés chimiques japonaises rivalisent avec les entreprises américaines et européennes. Elles doivent en outre faire face à des pressions concurrentielles accrues de la part de nouvelles sociétés pétrochimiques de Taïwan et de la Corée. Les Japonais achètent leur pétrole brut et leur gaz naturel en dollars américains. Or, dans les années 1980, le yen était fort par rapport au dollar, ce qui a fait descendre le coût des matières premières pour les sociétés japonaises. Mais, comme le commerce international des produits chimiques se fait également en dollars, le coût des exportations japonaises a également augmenté. Le Japon étant un importateur net de produits chimiques depuis 1982, la force du yen constitue, en général, un avantage pour l'ensemble de l'industrie chimique nippone.

L'industrie pétrochimique du Japon a connu de grands problèmes lorsque son industrie de l'automobile a décidé de construire des usines en Amérique du Nord et en Europe et d'acheter les plastiques à des sociétés de produits chimiques locales. Pour compenser, la recherche sur les polymères avancés et sur les composés utilisés dans le secteur de l'automobile est effectuée au Japon. Non seulement ces matériaux ont déjà plusieurs applications dans le secteur aérospatial, mais ils pourraient faire une réalité des voitures entièrement en plastique au cours de la prochaine décennie. En effet, les sociétés japonaises ont déposé des demandes de brevets d'invention pour des polymères avancés, à un rythme plus rapide que les autres pays. De plus, il semble que l'on puisse appliquer la technologie du traitement à la fabrication de structures composites.

Selon un scénario, par exemple, l'industrie pétrochimique japonaise investirait au Mexique et commercialiserait ses produits sur le marché nord-américain. Les champs pétrolifères mexicains étant plus récents sur le continent nord-américain, il est fort possible qu'ils offrent les charges d'alimentation les moins chères. Une entente nord-américaine de libre-échange permettrait une exportation facile du Mexique des produits vers les États-Unis et le Canada. Il est évident que, si le secteur automobile mondial devait utiliser des quantités bien plus considérables de composés plastiques, comme le font actuellement quelques fabricants d'automobiles japonais, le marché serait énorme.

Bien que l'industrie chimique japonaise ait pris de l'essor au cours des dernières années, elle dépend toujours du naphta importé pour 90 p. 100 de ses besoins, naphta qui provient en grande partie du Moyen-Orient. Mais la guerre du golfe Persique a fait grimper les prix du naphta; en octobre 1990, par exemple, celui-ci a augmenté de 100 $ la tonne. Le prix du naphta produit au Japon à partir de pétrole brut importé a également monté. Bien que certaines hausses puissent se répercuter sur le consommateur, il peut être difficile de maintenir les prix si la demande commence à baisser[6]. Néanmoins, en 1990, les sociétés de produits chimiques japonaises prévoyaient des augmentations substantielles de leur capacité de production d'éthylène et d'autres produits pétrochimiques importants.

L'Europe de l'Est

En 1990, à la suite des changements politiques en Europe, les sociétés de produits chimiques du monde entier se sont montrées optimistes quant aux possibilités de participer au développement et à la modernisation de l'industrie chimique de l'Europe de l'Est. Comme celle de l'Europe de l'Ouest, l'industrie chimique de l'Europe de l'Est a une longue tradition qui remonte à la fin du XIX[e] siècle. Pour la plupart des pays de l'Europe de l'Est, c'est l'Union soviétique qui constitue la source de pétrole brut et de gaz naturel pour les charges d'alimentation pétrochimiques. La Roumanie est le seul autre pays de l'Est qui possède ses propres sources de pétrole et ses propres réserves de gaz naturel[7].

Parce qu'on s'est rendu compte que les dégâts dus à la pollution sont plus importants qu'on ne l'avait prévu et que le coût du nettoyage pourrait s'élever à plusieurs milliards de marks allemands, l'optimisme est aujourd'hui modéré. Les partenariats ou les achats d'usines prévus ont, eux aussi, été freinés par les questions de responsabilité civile quant à la pollution. De plus, bien que l'Europe de l'Est représente un énorme marché pour des articles tels que les plastiques et les textiles, les sociétés occidentales ne sont pas pressées d'accroître leurs intérêts dans cette partie du monde. En ce qui concerne l'avenir à plus long terme, cette région pourrait devenir un producteur important si les énormes réserves de gaz naturel de l'Union soviétique étaient accessibles à des prix concurrentiels.

Les stratégies de R-D et d'investissement de l'industrie pétrochimique dans le monde

La R-D industrielle dans le monde

L'industrie chimique moderne a ses origines en Allemagne et date de la fin du XIX[e] siècle, époque à laquelle le développement des colorants synthétiques a commencé. Avant cela, la recherche chimique était orientée principalement sur l'isolation et l'identification d'éléments chimiques ainsi que sur la compréhension de leur structure. Non seulement la recherche en Allemagne reproduisait des substances naturelles, mais elle créait également des substances nouvelles qui n'existaient pas à l'état naturel.

Bien que la croissance de l'industrie ait été lente à la fin du XIX[e] siècle, elle s'est accélérée après la Première Guerre mondiale pour nous amener les premiers polymères et les premières fibres synthétiques. Une croissance encore plus rapide a eu lieu à la suite de la Seconde Guerre mondiale. À cette époque, presque toutes les sociétés de produits chimiques avaient des laboratoires de R-D et elles dépensaient environ 5 p. 100 de leurs ventes en R-D pour la synthétisation de nouvelles molécules et pour la mise au point de nouvelles technologies. Les marges de profit étaient de l'ordre de 15 p. 100.

Dès le milieu des années 1960, la rentabilité de l'industrie était en perte de vitesse. Le taux de développement de nouveaux monomères et polymères pouvant éventuellement être utiles avait baissé, tout comme la proportion de la R-D par rapport aux ventes. Le déclin de la R-D du secteur pétrochimique pendant les années 1970 a été attribué à une maturité technologique[8]. La technologie du traitement des matières était, de façon générale, comparable dans le monde entier et, surtout, le secteur était devenu un commerce de matières premières. Avec l'arrivée des grandes sociétés pétrolières sur le marché, la concurrence s'est intensifiée et les marges de profit se sont rétrécies, ce qui a freiné les grandes dépenses en R-D dont les bénéfices étaient à long terme et incertains. Malgré cela, le secteur chimique était encore très axé sur la R-D en comparaison avec d'autres industries ayant elles aussi atteint la maturité. En effet, en 1979, les industries chimiques des pays membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques ont dépensé plus de 13 milliards de dollars américains en R-D, ce qui équivaut à environ 3 p. 100 des ventes ou un cinquième de toute la R-D industrielle[9].

Au même moment, les charges d'alimentation bon marché et les usines de grande taille permettaient aux entreprises de déplacer leurs efforts de R-D de façon à maximiser la production, le retour sur les investissements et la diversification en dehors du secteur chimique. Ces dispositions ont eu pour effet de diminuer l'innovation dans l'industrie. Baily et Chakrabarti[10] remarquent une diminution dramatique de la moyenne des innovations en produits chimiques dans l'industrie américaine pendant les années 1970. D'une manière générale, en s'appuyant sur les cessions de licences et sur une mobilité technologique relativement libre, le secteur pétrochimique s'est rapproché de la stratégie de la technologie qui consiste à «adopter et adapter» (*voir* l'annexe pour obtenir une définition des catégories de stratégies technologiques).

À la suite de la crise du pétrole de 1973, les services de R-D des sociétés de produits chimiques de l'Europe et du Japon se sont éloignés de la recherche fondamentale pour se concentrer sur l'amélioration des procédés et de l'efficience énergétique. La surcapacité qui s'est manifestée à la fin des années 1970, ainsi que la crise du pétrole du début des années 1980, ont amené un autre changement de l'orientation de la recherche : plusieurs grosses sociétés se sont tournées vers le développement des spécialités chimiques et vers la biotechnologie. Une fois de plus, le pourcentage de la R-D par rapport aux ventes a commencé à monter et, en 1984, il se situait entre 2,5 et 6 p. 100 dans les principales sociétés.

Les facteurs de réussite dans la R-D

Le projet SAPPHO, l'une des études les plus complètes concernant les innovations industrielles, a été mené à bien par la Science Policy Research Unit (SPRU) de l'Université du Sussex[11]. Le projet, qui a mesuré une centaine de caractéristiques d'une quarantaine de paires d'innovations (40 succès et 40 échecs), se concentrait au départ sur deux branches de l'industrie de transformation : les produits chimiques et les instruments scientifiques. (On y a inclus d'autres industries par la suite.) Les chercheurs ont trouvé que les conditions suivantes permettaient le mieux de discerner immédiatement la réussite ou l'échec dans les innovations en matière de chimie industrielle[12] :

- la compréhension des besoins du consommateur;
- l'intégration de la R-D, de la production et de la commercialisation;
- des liens avec une science et un réseau technologique externes au domaine;
- une R-D concentrée et de bonne qualité;
- la participation d'experts en innovation commerciale puissants et expérimentés;
- la recherche fondamentale au sein de l'entreprise.

L'industrie chimique diffère des autres industries examinées par la SPRU parce qu'elle est relativement concentrée économiquement et que, dans la plupart des pays, elle est dominée par quelques grandes sociétés. Les innovations de procédés exigent à la fois de la recherche en laboratoire et un travail onéreux de préparation d'installations pilotes, qui demandent à leur tour une grande collaboration avec les entreprises de conception et de construction. En fait, certaines innovations ont été amenées par les constructeurs des installations industrielles. Pendant longtemps, les innovations les plus radicales ont été l'apanage de quelques sociétés seulement. Les chercheurs du projet SAPPHO ont attribué la domination de certains à «l'accumulation technologique», c'est-à-dire à la création d'une forte tradition de recherche et d'innovation dans des domaines clés spécialisés, au sein d'une entreprise. Beaucoup de ces innovations étaient progressives, mais quelques-unes étaient radicales et se fondaient sur de nouvelles assises scientifiques (une tendance similaire se manifeste dans d'autres industries s'appuyant sur la science[13]).

M. Freeman, directeur de la SPRU, attribue les récents changements dans l'industrie chimique au changement de la paradigmatique techno-économique, qui repose sur l'informatique et les télécommunications[14]. Il prétend que le déclin du nombre d'innovations dans l'industrie chimique est lié aux progrès techniques qui ont touché de nombreuses autres industries. Par exemple, l'industrie des instruments électroniques a permis la régulation des procédés; la technologie informatique a permis l'intégration de la conception, de la R-D et de la fabrication; et la technologie des communications a relié les divers sièges d'activité. Chaque changement technologique s'est traduit par une plus grande souplesse de l'industrie. M. Freeman ajoute que la croissance d'industries telles que l'électronique, qui ont besoin de produits spéciaux plutôt que de produits chimiques de base, a également touché profondément l'industrie chimique. Ces changements, dit-il, nécessitent de nouvelles techniques de gestion pour intégrer la R-D, la production, la commercialisation et l'organisation du travail.

M. Freeman laisse également entendre que la gestion des innovations «à la japonaise» paraît bien adaptée à la nouvelle paradigmatique techno-économique qui place l'industrie chimique japonaise en position avantageuse. Il fait cependant observer que les industries chimiques européenne et américaine changent elles aussi rapidement. Leur force en recherche fondamentale ainsi que leurs liens avec les universités les place en bonne position pour faire face à n'importe quel défi japonais.

Le fractionnement de l'effort de R-D dans le domaine des produits chimiques entre l'expérimentation des produits et celle des procédés constitue une autre question importante. D'une façon générale, la technologie des procédés est facilement accessible, contrairement à celle des produits. Cette dernière étant la base du marché des spécialités chimiques, elle est gardée avec

beaucoup plus de soin par les sociétés. Dans le secteur pétrochimique, le fait qu'une grande proportion de la R-D soit consacrée à l'innovation en matière de produits pourrait être un indicateur de rentabilité à long terme.

La R-D et la compétitivité future

Aux États-Unis, l'industrie chimique et celle des produits connexes ont consacré environ 10,9 milliards de dollars américains à la R-D en 1989, ce qui représente environ 12 p. 100 de la dépense totale du pays en R-D[15]. Les dépenses supplémentaires de l'État et des universités au titre de la R-D se chiffrant à environ 1,3 milliard de dollars, le montant total consacré à la R-D dans le secteur de la chimie s'élève ainsi aux environs de 12,2 milliards de dollars américains pour 1989.

Le tableau 4 fait état des dépenses de quelques-unes des principales sociétés américaines en matière de R-D dans le domaine des produits chimiques de 1986 à 1989. L'interprétation de ce tableau soulève toutefois un problème, car si une partie de la R-D qu'effectuent ces entreprises porte sur le secteur pétrochimique, la plus grande partie s'applique à des domaines tels que l'électronique, les médicaments, les herbicides, les insecticides, les engrais, etc. De fait, la société SRI International a estimé que les sommes consacrées à la R-D dans le secteur chimique uniquement n'ont été que de 6,5 milliards de dollars américains[16]. Le tableau 4 montre néanmoins que les dépenses en R-D ont généralement augmenté pendant les années 1980.

Tableau 4. Dépenses en R-D de quelques-unes des principales sociétés de produits chimiques américaines, 1986-1989 (en millions de dollars américains)

Société	1986	1987	1988	1989	Rapport R-D/ventes 1989 (%)
Du Pont	1 156	1 223	1 319	1 387	3,9
Dow Chemical	605	670	772	873	5,0
Monsanto	605	670	648	598	6,9
Union Carbide	148	159	159	181	2,1

Source : SRI International, *Survol de l'industrie pétrochimique, de la technologie et des découvertes en R-D aux États-Unis*, rapport rédigé à contrat pour le Conseil des sciences du Canada, 1990 (inédit), pp. 63-67.

On ne connaît pas encore l'effet exact de la R-D de l'industrie chimique japonaise sur le marché mondial, et plus particulièrement sur la compétitivité de l'industrie chimique nord-américaine. Il se pourrait cependant que ce soit un nouveau facteur concurrentiel important. Bien que, par le passé, l'industrie chimique japonaise n'ait eu aucun effet majeur ni sur le marché nord-américain ni sur le marché mondial, des signes récents[17] indiquent que les dépenses en R-D dans le secteur de la chimie au Japon augmentent rapidement et pourraient avoir atteint l'équivalent de 60 à 70 p. 100 du taux d'investissement. Les produits chimiques en général, et les produits pétrochimiques en particulier, étant très capitalistiques, ce niveau de dépenses représente un effort en R-D considérable pour le Japon, soit de 6 à 12 p. 100 des ventes. On peut comparer ces chiffres avec les rapports R-D/ventes des principales sociétés américaines indiqués au tableau 4, qui varient de 2,1 à 6,9 p. 100.

Le danger que représente toute innovation technologique japonaise pour les sociétés canadiennes et américaines est clair : l'industrie pétrochimique nord-américaine (les États-Unis sont aussi vulnérables que le Canada dans ce domaine) pourrait en effet être dépassée par la nouvelle

technologie japonaise, tout comme l'a été l'industrie métallurgique (*voir* la série «Stratégies sectorielles en matière de technologie» du Conseil des sciences du Canada, n° 3 — *Le fer et l'acier au Canada*). En effet, l'attitude du Japon face à la recherche pétrochimique pourrait être très semblable à sa stratégie dans le secteur métallurgique. En bref, les sociétés métallurgiques japonaises ont été poussées à améliorer leurs produits par les exigences de l'industrie utilisatrice — l'industrie automobile — et la recherche a remonté la chaîne d'approvisionnement en apportant des innovations en chemin. En d'autres mots, les sociétés du secteur automobile japonais sont devenues les «clients les plus exigeants» de l'industrie métallurgique japonaise et les exigences du produit fini ont obligé les fournisseurs à effectuer une recherche importante. Par exemple, au début des années 1970, les voitures japonaises exportées en Amérique du Nord n'étaient vraiment pas meilleures que les voitures nord-américaines en termes de résistance à la corrosion; vingt ans plus tard, la situation était fort différente. En fait, dans bien des industries contemporaines, l'engagement du Japon en matière de développement technologique et de recherche à long terme, dans le but évident de s'accaparer une plus grande part du marché et de le dominer finalement, constitue une force redoutable. Les produits pétrochimiques sont-ils les prochains en ligne?

Considérons, par exemple, ce qu'exige Honda de ses fournisseurs de plastiques. La Honda CRX est équipée de panneaux de carrosserie inhabituels, relativement plats et en plastique. Normalement, les panneaux de carrosserie extérieurs sont courbés pour aider à maintenir la rigidité. Mais Honda a continué de faire des pressions sur ses fournisseurs afin qu'ils assurent une rigidité comparable avec une courbure minimale. Le résultat? Grâce à cette technologie, non seulement la CRX est plus spacieuse à l'intérieur par rapport à ses dimensions externes, mais elle est également résistante à la rouille.

D'une façon générale, le défi lancé par le Japon ne peut être écarté, bien que l'importance de ses répercussions d'ici quelques années soit encore sujet à controverse. Il faut tout de même surveiller les nouveaux investissements majeurs que le Japon pourrait faire au Mexique, car ce sera un indicateur précurseur annonçant que les sociétés japonaises pensent avoir la technologie nécessaire pour s'emparer d'une part importante du marché de la pétrochimie.

L'environnement : un important problème de R-D

Au cours des dix dernières années, la contribution de l'industrie chimique à la pollution du milieu ambiant est devenue un problème important dans les pays industrialisés. Les mesures législatives qui ont suivi visaient à obliger les sociétés de produits chimiques non seulement à adopter des processus d'exploitation plus propres, mais également à trouver des matériaux pour remplacer les produits chimiques toxiques rémanents tels que les biphényles polychlorés (BPC) et les dioxines. L'industrie cherche également des substituts pour les autres produits chimiques qui sont nocifs au milieu ambiant, tels que les hydrocarbures chlorofluorés (CFC) qui détruisent la couche d'ozone.

Les usines pétrochimiques fabriquent de nombreuses substances polluantes, dont les produits secondaires de réaction, les eaux de lavage de réacteur, les eaux servant aux émulsions par surpression, les eaux de refroidissement, les condensats et les eaux de vidange des zones de production, de stockage et de transbordement. Les systèmes de purification de l'air et de régénération du catalyseur sont également sources de problèmes. La grande complexité des eaux usées oblige les sociétés de produits chimiques à trouver des moyens pour en extraire les substances polluantes afin de respecter les normes d'émission. Une usine américaine qui produit plus de 900 produits chimiques organiques finis (dont 75 p. 100 tombent dans la catégorie des produits organiques, des plastiques et des fibres synthétiques de l'Environmental Protection Agency des États-Unis a dû caractériser chacun de ses 200 axes d'eaux usées et mettre au point un système optimal d'élimination à la source ainsi que des

procédés de traitement pour chacun d'eux, afin de respecter les normes de prétraitement rigoureuses qui sont récemment entrées en vigueur aux États-Unis pour cette catégorie de produits chimiques[18].

En plus de la pollution de l'air et de l'eau, l'industrie doit faire face aux problèmes relatifs à l'élimination des déchets solides, tels que les boues des cuves de réacteur contenant des produits chimiques interdits dans les décharges. De nombreuses entreprises sont engagées dans des opérations de nettoyage très coûteuses afin d'extraire les produits chimiques dangereux d'anciens dépotoirs et décharges. Les sociétés font également un effort considérable de R-D en vue de mettre au point des procédés de traitement des résidus chimiques et de trouver des matériaux et des procédés de production en circuit fermé qui serviront en remplacement ou comme substituts. La recherche sur les plastiques biodégradables et les méthodes de recyclage des plastiques solides fait également partie de l'effort visant à réduire la pollution.

En général, l'industrie pétrochimique reconnaît maintenant qu'elle est responsable du cycle de vie complet des produits chimiques qu'elle fabrique; aussi prend-elle des mesures à cet effet. Aux États-Unis, par exemple, l'Industry Cooperative for Ozone Layer Protection a été établie pour travailler de concert avec l'Environmental Protection Agency afin de réduire et, finalement, d'éliminer l'utilisation des CFC comme solvants. Plusieurs sociétés canadiennes sont d'ailleurs membres de cette coopérative.

Vue d'ensemble du secteur canadien de la pétrochimie

Le Canada possède des ressources en pétrole et en gaz naturel qui sont abondantes et bon marché; aussi, au cours des deux dernières décennies, l'industrie pétrochimique canadienne s'est-elle développée afin de les exploiter. Les trois principales régions productrices de produits pétrochimiques au Canada sont l'Alberta, le sud-ouest de l'Ontario (Sarnia) et Montréal-Est. Le gros de la production des installations situées dans l'Ouest canadien est exporté aux États-Unis et le reste va en Asie. Les installations qui se trouvent dans l'est du Canada approvisionnent la ceinture industrielle ontarienne et exportent la plus grande partie de l'excédent de la production vers les États-Unis, et une autre partie vers l'Europe. En 1989, l'industrie pétrochimique du Canada a enregistré des recettes de 6,7 milliards de dollars dont 3,1 milliards provenaient de l'exportation, ce qui représente, pour l'ensemble, un excédent commercial de plus de 800 millions de dollars[19].

L'industrie pétrochimique du Canada produit des matières premières et des résines pour l'industrie des matières plastiques ainsi que des charges d'alimentation pour le secteur des spécialités chimiques. Plus de 25 des principaux produits pétrochimiques et résines sont fabriqués soit pour la consommation intérieure, soit pour l'exportation (*voir* tableau 5).

Grâce à sa production à partir du gaz naturel de produits pétrochimiques à base d'éthylène, d'engrais à base d'ammoniac et de méthanol, l'Alberta représente plus de la moitié de la production pétrochimique au Canada. Les entreprises ontariennes qui utilisent des fractions de pétrole brut et quelques gaz de pétrole liquéfié pour produire le propylène, les dérivés d'éthylène, les hydrocarbures aromatiques et les C_4, ainsi que le gaz naturel pour produire les engrais à base d'ammoniac et les explosifs, représentent 35 p. 100 de la capacité de production du Canada. Les fractions de pétrole brut constituent le fondement de l'industrie pétrochimique du Québec, laquelle représente environ 9 p. 100 de la capacité de production pétrochimique totale au Canada. Un peu plus bas dans l'échelle vient la Colombie-Britannique : sa production de méthanol et de produits à base d'ammoniac provenant du gaz naturel représente environ 2,6 p. 100 de la capacité totale de production pétrochimique du Canada.

Tableau 5. Principaux produits pétrochimiques fabriqués au Canada

Éthylène	Benzène
Toluène/Xylène	Propylène
Dichloroéthane	Chlorure de vinyle
Polychlorure de vinyle	Polyéthylène
Benzène d'éthyle	Styrène
Résines de nylon	Cumène
Phénol	Acétone
Éthanol	Polypropylène
Oxyde d'éthylène	Éthylène glycol
Oxyde de propylène	Propylène glycol
Amines d'éthylène	Amines d'éthanol
Butadiène	Caoutchouc de butadiène
Latex SB	Méthanol

Source : Law, Sigurdson and Associates, *Analysis of Technology Adoption and R&D Activity among Canadian Petrochemical Firms*, rapport rédigé à contrat pour le Conseil des sciences du Canada, 1990 (inédit), p. II-3.

Comme la Colombie-Britannique, le Manitoba a une production très limitée et celle-ci se borne aux engrais à base d'ammoniac.

L'industrie des résines synthétiques compte quant à elle 86 établissements qui fabriquent une variété de résines et de produits composés. L'industrie des matières plastiques, en tant que client principal de ces grosses entreprises, consomme pour sa part plus de la moitié de la production de ce secteur; les autres industries clientes comprennent les industries des produits adhésifs, des produits forestiers, des métaux, des câbles, des peintures, des produits du pétrole et des spécialités chimiques. Dans le secteur des résines synthétiques, le Canada, dont la majorité des échanges commerciaux se font avec les États-Unis, accuse un déficit net.

Le Canada a manifestement des avantages en matière de charges d'alimentation et il a développé une capacité énorme dans le secteur pétrochimique et dans celui des résines. Il a la possibilité d'étendre cette compétence en travaillant avec ses clients selon une stratégie d'intégration en aval, en s'efforçant d'obtenir des mandats de production de sociétés multinationales mères et en se concentrant sur la différenciation des produits.

Le développement du secteur au Canada

Inquiets à l'idée d'investir au Moyen-Orient, les fabricants nord-américains de produits chimiques envisagèrent, dans les années 1970, d'énormes projets d'investissement dans des usines chimiques situées dans l'Ouest canadien. Cependant, le Programme énergétique national du gouvernement fédéral, fondé sur l'hypothèse que les prix mondiaux de l'énergie continueraient à grimper, empêchait l'industrie canadienne d'être concurrentielle. Les taxes sur le pétrole albertain, une charge de consommation du pétrole et un prélèvement spécial de canadianisation ont entraîné l'augmentation du coût des charges d'alimentation canadiennes. Vers la fin de 1982, le prix de l'éthylène en Alberta avait augmenté de 0,25 $ la livre, comparativement à 0,20 $ la livre sur la côte américaine du golfe du Mexique. Voilà qui a entraîné l'abandon ou le retard d'environ 75 p. 100 des projets d'investissement prévus, lesquels représentaient environ 7,5 milliards de dollars. Mais à la fin des années 1980, la capacité pétrochimique augmentait une fois de plus dans l'Ouest canadien, en partie en raison du climat d'incertitude flottant sur le Moyen-Orient et en partie en raison d'un meilleur climat économique.

L'une des principales capacités concurrentielles de l'industrie pétrochimique au Canada réside dans ses sources de matières premières, particulièrement le gaz naturel dans l'Ouest canadien. Une grande partie de la production pétrochimique de l'Alberta est basée sur l'extraction d'éthane, de propane et de butane à partir du gaz naturel. L'éthane est converti en éthylène et en divers dérivés d'éthylène, tandis que le butane et le propane sont extraits du gaz naturel et expédiés sous forme liquide vers l'est du Canada, pour y être utilisés comme charges d'alimentation dans les usines d'éthylène. Du pétrole brut canadien, l'autre source de matières premières, on extrait le naphta, le gasoil, le benzène, le toluène et le xylène. L'accessibilité et le coût relativement bas des charges d'alimentation canadiennes ont fait du Canada un endroit particulièrement propice à la fabrication de produits chimiques de base. De façon générale, la production pétrochimique canadienne est davantage orientée vers les produits de base que vers les spécialités chimiques.

Au cours des années 1980, l'industrie pétrochimique canadienne est passée de fournisseur à petite échelle pour le marché intérieur à fournisseur à grande échelle pour le marché d'exportation (vers les États-Unis). En effet, la plus grande partie de la production des grandes usines efficientes de l'Alberta, construites pour profiter de l'éthane d'alimentation bon marché, est dirigée vers les marchés d'exportation. Le tableau 6 suit la croissance des exportations de certains produits primaires à base d'éthane.

Tableau 6. Évolution du commerce d'exportation des produits primaires à base d'éthane, 1983-1989 (en millions de dollars canadiens)

	1983	1989	Changement (%)
Polyéthylène	161,6	687,7	+425
Dichloroéthane	152,3	227,3	+149
Monomère de chlorure de vinyle	58,2	121,1	+208
Résines de polychlorure de vinyle	54,0	13,6	- 75
Styrène	79,9	473,7	+592
Éthylène-glycol	133,9	342,3	+256

Source : Law, Sigurdson and Associates, *Analysis of Technology Adoption and R&D Activities among Canadian Petrochemical Firms*, rapport rédigé à contrat pour le Conseil des sciences du Canada, 1990 (inédit), p. II-3.

Excepté pour les résines de polychlorure de vinyle, ces chiffres indiquent une croissance spectaculaire, spécialement pour des produits de base d'une telle maturité.

Une comparaison avec Union Carbide

Afin de mettre la production et les fonctions de l'industrie pétrochimique en perspective, examinons la division des produits chimiques et des plastiques de la société Union Carbide — la plus grande des trois divisions de la société. Exploitée sur une base mondiale, cette division intègre complètement le développement de la technologie, la commercialisation et les compétences de production. En 1989, ses ventes à l'échelle mondiale se chiffraient à 5,6 milliards de dollars américains, c'est-à-dire juste un peu moins que le total des ventes de l'industrie pétrochimique canadienne, lequel s'élevait à 6,7 milliards de dollars canadiens. La division employait alors 17 000 personnes dans le monde entier, comparativement à un peu plus de 14 500 personnes dans l'industrie pétrochimique canadienne[20]. En fait, la division des produits chimiques et des plastiques de l'une des plus grosses sociétés de produits chimiques est sensiblement égale à la taille de l'industrie pétrochimique canadienne dans son ensemble.

Cette comparaison est remarquable pour plusieurs raisons. D'abord, elle montre que l'industrie canadienne est relativement petite d'après les critères mondiaux. Après tout, Union Carbide n'est pas l'une des plus grandes productrices du monde. Ensuite, la comparaison montre également que l'industrie canadienne utilise moins d'employés pour créer des recettes légèrement supérieures, ce qui indique, selon la méthode traditionnelle de mesure de la productivité du travail, que l'industrie pétrochimique canadienne est économiquement efficiente. Enfin, cette efficience reflète toutefois la forte concentration du secteur pétrochimique canadien sur la fabrication de produits de base, car une telle fabrication à grande échelle demande moins d'employés pour un même volume de production. Bien qu'efficiente, l'industrie pétrochimique canadienne est limitée par cette orientation vers la fabrication des produits de base, particulièrement en termes de potentiel de profits à la hausse; peut-être les spécialités chimiques auraient-elles amené de meilleurs rendements. En fait, ce dernier point peut servir à expliquer la taille relativement modeste de l'industrie pétrochimique canadienne. Il semble que, même si l'on a investi dans la production de matières de base comme on pouvait le justifier, le taux étalon ou taux de rendement minimal qu'une entreprise quelconque était en droit

d'attendre ait été suffisamment élevé pour freiner toute croissance supplémentaire. En fait, compte tenu des économies d'échelle maximales qu'offre la fabrication de produits chimiques de base, la croissance de l'industrie pétrochimique canadienne n'a été possible que lorsque le marché s'est élargi suffisamment pour rendre les nouveaux investissements rentables, d'une manière réaliste.

On peut tirer deux autres conclusions de la comparaison avec Union Carbide. En premier lieu, l'industrie pétrochimique canadienne a une capacité de commercialisation mondiale restreinte. En second lieu, ce n'est pas un secteur capable de fabriquer une gamme complète de produits. N'ayant pas en elle-même les ressources pour constituer un système entier, elle ne forme qu'un segment rationalisé d'une industrie pétrochimique nord-américaine.

Les investissements et les profits dans l'industrie pétrochimique canadienne

Bien que très cyclique, l'industrie pétrochimique au Canada a été suffisamment rentable pour justifier un capital d'investissement croissant (*voir* tableau 7).

Tableau 7. L'industrie pétrochimique au Canada : dépenses en immobilisations et profits nets (en millions de dollars canadiens)

	1985	1986	1987	1988	1989	1990*	1991*	1992*
Dépenses en capital fixe	220	280	254	322	459	700	707	643
Profits nets avant impôts, après intérêts et radiations	(899)**	(135)**	918	2 191	1 114	†	†	†

Source : Association canadienne des fabricants de produits chimiques, *Rapport annuel 1990*, Ottawa, pp. 19-20.

* Prévisions en dollars de 1989.
** Pertes nettes.
† Prévisions inaccessibles.

Analyse par produit chimique

L'éthylène

La production d'éthylène, qui sert de charge d'alimentation pour plus de 70 p. 100 des produits pétrochimiques au Canada, génère également le propylène, le butadiène, les butylènes et quelques hydrocarbures aromatiques dont le benzène[21]. L'éthylène est utilisé pour alimenter les usines locales produisant des dérivés d'éthylène, en particulier le polyéthylène, l'éthylbenzène, l'oxyde d'éthylène et le dichlorure d'éthylène. Les usines canadiennes, d'une capacité de production d'environ un milliard de livres ou 450 kilotonnes par année (kt/a), tendent à être «d'envergure mondiale»; elles utilisent d'ailleurs la dernière technologie ou celle de la génération précédente. Les principaux producteurs d'éthylène au Canada sont Alberta Gas Ethylene, à Joffre, qui possède une usine d'une capacité de 1 250 kt/a; Nova Pétrochimie, à Sarnia, qui a une usine d'une capacité de 600 kt/a; Esso Chimie Canada, à Sarnia, et Pétromont Inc., à Montréal, chacune d'elles possédant une usine d'une capacité de 250 kt/a. De plus, Dow Chemical construit actuellement une usine de 500 kt/a à Fort Saskatchewan, en Alberta, qui doit entrer en exploitation en 1994.

La technologie de production d'éthylène vient de sociétés pétrochimiques. Dow Chemical et Exxon ont leur propre technologie pour leurs usines d'éthylène; quant à l'usine de l'Alberta Gas Ethylene, à Joffre, elle a été conçue et construite par Dow Chemical.

Le gros de la production d'éthylène en Amérique du Nord utilise le vapocraquage d'hydrocarbures, procédé comprenant trois étapes de base : la pyrolyse et le refroidissement, la compression et l'élimination de gaz acide, et le refroidissement cryogénique et la séparation de produits. Ce procédé, arrivé à maturité, a peu changé depuis sa mise au point il y a environ quarante ans. Cependant, il a été amélioré à maintes reprises au fil des années. Les améliorations comprennent des fours à court temps de séjour pour optimiser la production; une meilleure intégration pour réduire la consommation d'énergie; le contrôle par ordinateur et l'appareillage pour réduire les coûts et améliorer le contrôle de la qualité; et diverses mesures de protection de l'environnement pour offrir une meilleure détection des fuites et des pannes de matériel.

Bien qu'il existe des technologies servant à produire de l'éthylène à partir d'autres charges d'alimentation (telles que le méthanol, le pétrole brut, le mazout résiduaire et le méthane), les efforts pour commercialiser ces dernières dépendront de leur compétitivité par rapport aux charges d'alimentation actuelles. Le degré de recherche dans ces domaines change avec les prévisions à long terme des coûts et de la disponibilité des liquides du pétrole brut et du gaz naturel.

Le polyéthylène

L'éthylène sert également de charge d'alimentation pour les plastiques et les résines polyéthylènes. On utilise plusieurs procédés de production, suivant la densité du polyéthylène. Le polyéthylène basse densité est produit par un procédé à haute pression dans lequel l'éthylène pur est polymérisé à l'aide d'un initiateur au peroxyde, solidifié par refroidissement, puis passé par une extrudeuse de pelletisation. Le procédé original, mis au point par la société Imperial Chemical Industries Limited à la fin des années 1950, a été vendu sous licence plusieurs fois. Depuis, la plupart des licenciés originaux ont mis au point leur propre technologie, en modifiant ce procédé.

Le polyéthylène basse densité linéaire est produit soit par procédé en phase gazeuse, soit par procédé en phase liquide. Dans le procédé en phase gazeuse, l'éthylène et un comonomère sont polymérisés dans un four à lit fluidisé, en présence d'un catalyseur, pour former un polymère granuleux. Le procédé en phase gazeuse des sociétés Union Carbide et BP diffère principalement par le copolymère et le catalyseur qui sont utilisés. Dans le procédé en phase liquide, l'éthylène est polymérisé à l'aide d'un comonomère pour former un polymère qui est également dissous dans le solvant de la réaction. Les sociétés Dow Chemical et Du Pont utilisent toutes les deux des procédés en phase liquide.

Le polyéthylène haute densité peut être produit par procédés en phase gazeuse, en phase liquide ou en phase suspension. Dans le dernier cas, l'éthylène est polymérisé pour former des particules solides de polymères en suspension dans un solvant d'hydrocarbure.

Ces procédés de base sont tous économiquement compétitifs et sont actuellement offerts sur le marché. Dans une large mesure, les produits de ces trois procédés sont en concurrence directe. Cependant, chacun de ces procédés possède des caractéristiques qui lui permettent de fabriquer un éventail unique de produits plus spécialisés.

Le développement de catalyseurs est le moteur principal de la recherche en matière de polyéthylènes haute densité. Les fabricants continuent d'améliorer les produits qu'ils offrent, en mettant au point de nouvelles qualités de résines afin d'être concurrentiels sur les marchés actuels et d'étendre leur production à de nouvelles applications. La tendance vers la différenciation des produits favorise le développement de nouveaux catalyseurs qui permettent un contrôle précis des caractéristiques moléculaires.

En 1988, la consommation mondiale de résines de polyéthylène a dépassé 27,7 millions de tonnes. Selon les prévisions, elle augmentera en moyenne de 5,4 p. 100 dans les années à venir, pour atteindre 39,3 millions de tonnes en 1995[22]. À la fin des années 1980, c'est la ceinture du Pacifique qui enregistrait le plus haut taux de croissance de la consommation, mais la Chine apparaît maintenant aussi comme un consommateur et un importateur important de polyéthylène.

Le Canada est un exportateur net de polyéthylène. Sa capacité actuelle de production de polyéthylène est de 1 580 kt/a, ce qui représente une augmentation de 360 kt/a depuis 1985, augmentation que l'on peut attribuer en grande partie aux innovations dans la technologie des catalyseurs qui ont amélioré le volume utile. En 1989, la production de polyéthylène était de 1 336 kt/a, dont près de la moitié a été exportée. En fait, ce sont les investissements massifs dans les nouvelles technologies d'usine des années 1980 qui ont fait du polyéthylène l'un des produits pétrochimiques importants au Canada. On prévoit une autre expansion dans certaines usines.

Actuellement, les principaux producteurs de polyéthylène au Canada sont les sociétés Dow Chemical Canada, Du Pont Canada, Esso Chimie Canada, Nova Corporation et Pétromont. Les capacités de production des usines se situent entre 130 et 400 kt/a. L'usine de Du Pont, à Sarnia, utilise la technologie linéaire mise au point dans les laboratoires de recherche de Kingston. Cette technologie, qui permet la production dans un seul réacteur de polyéthylène de basse, moyenne et haute densités, a été vendue sous licence dans le monde entier. Le procédé «Unipol» de la société Union Carbide, qui se caractérise par des coûts d'investissement peu élevés et une vaste gamme de catalyseurs, permet de produire des résines de basse et de haute densités dans le même réacteur. La technologie Unipol est utilisée aux usines Nova, à Joffre et à Sarnia, ainsi qu'à l'usine d'Esso, à Sarnia. Le procédé «Dowlex», de la société Dow Chemical, permet de produire des résines de basse densité. Il est utilisé à Fort Saskatchewan.

Bien que les procédés et les réacteurs fassent l'objet de certaines modifications au Canada — Du Pont, par exemple, est encore très actif dans ce genre de travail — celles-ci ont tendance à être relativement limitées. En fait, le grand potentiel d'innovation dans le domaine du polyéthylène au Canada se trouve dans la modification des produits, c'est-à-dire l'adaptation des résines à des usages précis.

Le dichloroéthane, le monomère de chlorure de vinyle et le polychlorure de vinyle

Le dichloroéthane (EDC) sert d'intermédiaire dans la production du monomère de chlorure de vinyle (VCM). En Amérique du Nord, les principaux procédés utilisés pour produire le VCM sont la *chloration*, qui comprend la réaction catalytique de l'éthylène avec le chlore, et *l'oxychloration*, qui emploie le chlorure d'hydrogène comme source de chlore. On peut également utiliser l'acétylène comme matière première pour le VCM. Dans bien des usines, l'EDC n'est pas isolé avant d'être converti en chlorure de vinyle.

Comme la production d'EDC offre un moyen d'utiliser l'excédent de chlore, elle est généralement liée à l'industrie du chloralcali. Au cours des années 1980, les exportations canadiennes d'EDC ont augmenté à un tel point qu'en 1989, presque un tiers de la production était exportée. L'Asie est devenue un marché de plus en plus important pour les exportations canadiennes d'EDC. En 1989, le gros des exportations canadiennes de VCM, lesquelles représentaient presque un quart de la production nationale et s'élevaient à 449,5 kt en 1989, partait à destination des États-Unis. Dow Chemical Canada est le seul fabricant canadien de ces deux produits chimiques.

Le polychlorure de vinyle (PVC) est produit par polymérisation d'un liquide VCM par polymérisation en suspension, en émulsion, en masse ou en solution. La distribution de la masse moléculaire du produit fini — d'une importance capitale pour les caractéristiques de traitement de la résine — est fortement influencée par la température de la réaction utilisée ainsi que par la

concentration et le type des initiateurs (par exemple, les peroxydes et les persulfates). La tendance de ces procédés discontinus a été vers des réacteurs plus grands.

Le polychlorure de vinyle est produit au Canada par Esso et B.F. Goodrich. Ce dernier fabricant, le plus important producteur de PVC en Amérique du Nord, est actuellement en train d'inclure ses trois usines canadiennes dans son réseau d'approvisionnement continental. Les installations d'Esso au Canada abritent la seule usine de PVC d'Exxon.

Le potentiel d'innovation dans ce domaine se trouve dans la création de composés de PVC pour des marchés différents. Plusieurs charges et plastifiants peuvent être utilisés pour changer les caractéristiques de la résine.

L'éthylbenzène, le styrène, le polystyrène

L'éthylbenzène est produit par alkylation de l'éthylène avec du benzène en phase gazeuse ou liquide. Le procédé en phase gazeuse offre des avantages certains par rapport au procédé en phase liquide : son mélange de réaction est hétérogène et non corrosif, il n'est pas nécessaire d'utiliser une station d'épuration d'effluents et la chaleur produite par la réaction peut être récupérée.

La déshydrogénation de l'éthylbenzène est le principal procédé de production du styrène, bien que ce dernier soit également un coproduit de la production de l'oxyde de propylène. En bref, le procédé comprend l'oxydation de l'éthylbenzène à son hydroperoxyde qui, ensuite, entre en réaction catalytique avec le propylène pour donner un oxyde de propylène et du méthyle phényle carbinol; ce dernier est ensuite déshydraté en styrène.

Le polystyrène s'obtient par la polymérisation radicalaire du styrène.

La production de l'éthylbenzène et du styrène est généralement intégrée, et plus des deux tiers de la production canadienne annuelle (688 kt) de styrène est exportée. Les trois producteurs de styrène au Canada sont Dow Chemical, Nova Corporation et Shell Canada.

Nova Corporation et Dow Chemical produisent également des polystyrènes et utilisent une partie de leur production de styrène comme charge d'alimentation. Il existe également quelques autres petits fabricants de polystyrène. La production de polystyrène au Canada est principalement centrée sur le marché intérieur, bien qu'il s'en exporte un peu vers le nord des États-Unis.

Le grand potentiel pour l'innovation dans les marchés du polystyrène se trouve dans les applications techniques, en particulier dans la technologie du moulage par injection. Il existe également des débouchés dans la technologie du recyclage.

Les résines acrylonitrile-butadiène-styrène

La polymérisation de l'acrylonitrile, du butadiène et du styrène produit des résines acrylonitrile-butadiène-styrène (résines ABS), un matériau caractérisé par une bonne résistance à la chaleur et aux produits chimiques ainsi que par son lustre et sa rigidité. La variation des matériaux de base produit des polymères ABS possédant des caractéristiques différentes, qui peuvent être utilisés comme pièces automobiles, conduits d'évacuation et divers produits de consommation générale. Les résines ABS se prêtent bien aux pièces moulées par injection.

La capacité de production totale au Canada pour ces résines est de 65 kt/a. General Electric et Monsanto Canada — les deux producteurs canadiens de résines ABS — ont obtenu la technologie de leurs sociétés mères. La grande partie des activités de R-D, qui a lieu aux États-Unis, se concentre sur la mise au point de composés destinés à différentes applications et sur le développement de procédés de moulage par injection. Les chercheurs américains sont également en train de mettre au point de meilleures résines industrielles de haute performance. Selon la société Law, Sigurdson and Associates, le potentiel innovateur ne semble pas très élevé dans les usines canadiennes[23].

Le polybutadiène et les caoutchoucs synthétiques

Cette catégorie comprend les caoutchoucs nitriles et butadiènes. Pionnière de la technologie dans ce domaine pendant la Seconde Guerre mondiale, la société Polysar s'est taillé un commerce international au Canada, aux États-Unis et en Europe. Récemment, le complexe du caoutchouc de Polysar, en Amérique du Nord et en Europe, a été vendu à la société ouest-allemande Bayer AG. Cette dernière affirme qu'elle continuera ses activités dans le domaine de la R-D à Sarnia, afin d'apporter un soutien à ses opérations commerciales en Amérique du Nord. Les sociétés Dow Chemical et BASF produisent également des caoutchoucs synthétiques. La technologie de BASF a été mise au point en partie par Polysar, mais BASF l'a modifiée après avoir acheté l'usine dans les années 1980. La technologie de Dow est venue de la société mère aux États-Unis.

Polysar poursuit ses recherches dans la technologie du caoutchouc; cependant, le produit a atteint sa maturité et le potentiel innovateur est limité. Il existe actuellement plus d'occasions d'être innovateur dans la mise au point de nouveaux produits tels que des revêtements et des liants pour l'industrie de la pâte à papier.

L'oxyde d'éthylène et l'éthylène-glycol

L'oxyde d'éthylène est produit soit par l'oxydation directe de l'éthylène avec de l'oxygène ou de l'air, soit par la réaction de l'éthylène avec de l'acide hypochloreux pour donner la monochlorhydrine du glycol, laquelle est ensuite traitée à la chaux pour donner l'oxyde. Bien que ce dernier procédé soit plus efficient, il consomme une grande quantité de chlore; ainsi, du point de vue écologique et économique, il est moins attrayant que l'oxydation directe. L'oxyde d'éthylène sert de matière première pour les agents tensio-actifs et comme charge d'alimentation pour l'éthylène-glycol.

L'éthylène-glycol, utilisé dans la fabrication de fibres de polyester et comme liquide antigel et déglaçant, s'obtient par l'hydratation en phase liquide non catalytique de l'oxyde d'éthylène. Ses coproduits, qui représentent environ 10 p. 100 de la production totale, comprennent le diéthylèneglycol, le triéthylèneglycol et les glycols plus élevés. Les entreprises essaient généralement de maximiser la production de l'éthylène-glycol parce que le procédé actuel consomme énormément d'énergie. Les entreprises, aux États-Unis et ailleurs, recherchent des procédés moins énergivores.

Dans leurs usines de l'Alberta, les sociétés Dow Chemical et Union Carbide produisent toutes les deux du glycol, principalement pour l'exportation aux États-Unis et en Asie. L'usine québécoise de la société Union Carbide dessert les marchés de l'est du Canada. Ces deux sociétés ont quelques mandats de production institutionnels. Union Carbide se spécialise dans la technologie du déglaçage; Dow Chemical, quant à elle, fait de la R-D dans les liquides de refroidissement de moteurs d'automobiles.

Les résines polypropyléniques

En Amérique du Nord, le polypropylène s'obtient soit par vapocraquage d'hydrocarbures (pétrole brut ou gaz naturel), soit par des opérations de récupération du pétrole. Des changements récents dans le procédé de craquage catalytique utilisé pour fabriquer l'essence à haut indice d'octane ont augmenté la production de propylène.

Le polypropylène provient de la polymérisation du propylène à l'aide du catalyseur stéréospécifique Ziegler utilisant le procédé en phase de suspension, en phase gazeuse ou en phase liquide. La plupart des progrès dans la production du polypropylène viennent du développement de catalyseurs suractifs et hautement sélectifs qui éliminent le besoin de retirer les résidus du catalyseur et les polymères atactiques du produit fini. Les catalyseurs — normalement caractérisés comme étant des catalyseurs HY/HS (de haute production / haute sélectivité) — ont été mis au point par plusieurs sociétés de produits chimiques.

Les résines polypropyléniques produites au Canada sont utilisées dans les industries de l'automobile, de l'électroménager et de l'emballage. Deux des trois sociétés possédant une technologie de pointe dans les usines de polypropylène, à savoir Shell et Himont/Enimont, ont construit des usines au Canada; Mitsui, la troisième société, a opté pour l'exploitation sous licence de son procédé technologique.

Le potentiel d'innovation dans le domaine des résines polypropyléniques se trouve dans l'adaptation des résines à différentes applications de marché. Cependant, la majeure partie de la recherche étant faite par les sociétés mères, le potentiel pour un travail innovateur au Canada est faible.

Le benzène et le xylène

Le benzène et le xylène sont des dérivés du pétrole brut. Le benzène est utilisé comme charge d'alimentation pour les solvants ainsi que pour la fabrication du nylon. Il peut être extrait du réformat catalytique et de l'essence de pyrolyse. Les xylènes sont isolés des canaux mixtes de xylènes par cristallisation ou par une adsorption en phase liquide par le procédé de séparation par tamis moléculaire. Plusieurs entreprises offrent la technologie pour les différents procédés.

Le benzène et le xylène sont tous deux produits dans l'est du Canada, dans les régions de Sarnia et de Montréal. Il existe six usines fabriquant un total 697 kt/a de benzène et deux usines fabriquant un total de 340 kt/a de xylène. Parce que l'industrie des solvants a atteint sa maturité technique et qu'elle est en baisse à la suite des pressions d'ordre environnemental, le potentiel pour l'innovation est faible.

Le méthanol

Le méthanol dérivé du gaz naturel est fabriqué commercialement par réaction du gaz de synthèse sous pression avec un catalyseur. Il est utilisé pour la production du formaldéhyde comme agent de déglaçage et de déshydratation, ainsi que dans les combustibles pour moteurs. Avec deux usines en Alberta et une en Colombie-Britannique, le Canada, dont la production nationale de méthanol est de 1 840 kt/a, est un important exportateur de méthanol. Le volume des exportations de méthanol aux États-Unis et en Asie a considérablement augmenté au cours des cinq dernières années; environ 90 p. 100 de la production nationale est exportée. Grâce aux recherches que fait la société Ford du Canada Limitée à Oakville et aux restrictions sur les normes d'émission en cours d'implantation dans certaines parties du territoire nord-américain, en Californie en particulier, de nouvelles possibilités se présentent au Canada pour la production du méthanol destiné aux combustibles pour moteurs (*voir* la série «Stratégies sectorielles en matière de technologie» du Conseil des sciences du Canada, n° 4 — *Les véhicules automobiles au Canada*).

Le méthanol est un combustible à base d'oxygène, c'est-à-dire qu'il contient ses propres atomes d'oxygène. En fait, cette oxygénation semble faciliter une combustion plus complète et donc, un échappement plus propre. L'avantage du méthanol est qu'il possède un haut indice d'octane et ne contribue pas à la formation de fumard photosynthétique. En conséquence, c'est une matière de charge ou un succédané potentiel pour le supercarburant sans plomb. L'utilisation du méthanol permet d'augmenter le taux de compression des moteurs d'automobiles, ce qui rend le fonctionnement plus efficace — avantage très désirable, compte tenu des moteurs à haute performance modernes et du besoin croissant d'un milieu ambiant plus propre. Le méthanol a cependant ses inconvénients : son contenu énergétique est généralement plus faible que celui de l'essence (c'est-à-dire qu'avec le méthanol, on obtient un kilométrage plus faible); il est corrosif et, par temps froid, sujet à la séparation de phases en présence d'eau. Il semble toutefois qu'on puisse venir à bout de ces problèmes.

L'éther méthylique du tert-butanol

L'éther méthylique du tert-butanol (MTBE) est le principal nouveau constituant de ce qu'on appelle l'essence reformulée (l'essence de haute performance à haut indice d'octane, sans plomb, tétra-éthylique). Comme le méthanol, le MTBE est un combustible à base d'oxygène.

L'addition de MTBE à l'essence est apparemment un stimulant essentiel pour l'amélioration des procédés dans les raffineries nord-américaines. De plus, ce carburant est un exemple de la recherche et du développement potentiels et nécessaires, même dans un produit de base aussi commun que l'essence. Bien que, en règle générale, l'essence ne soit pas considérée comme étant un produit pétrochimique et que, d'une manière générale, elle dépasse le cadre du présent rapport, il n'en demeure pas moins que même les procédés de base du raffinage et de la production chimique peuvent être sujets à des changements importants. (Pour obtenir plus de détails techniques sur le MTBE, *voir* la série «Stratégies sectorielles en matière de technologie» du Conseil des sciences du Canada, n° 5 — *Le pétrole et le gaz naturel au Canada.*)

Le Canada est bien placé pour produire du MTBE, et ce, surtout en raison du gaz naturel de l'Alberta qui sert de charge d'alimentation. Une usine d'envergure mondiale est en construction dans l'ouest du Canada.

La R-D et la compétitivité technologique dans le secteur de la pétrochimie au Canada

Parce que bien des sociétés pétrochimiques au Canada sont des filiales de multinationales, d'une part, et que la technologie est très accessible par voie de licence, d'autre part, les sociétés pétrochimiques canadiennes ont eu tendance à utiliser la technologie de pointe existante et à incorporer les améliorations de procédés dès qu'elles pouvaient se les procurer. Dans le même ordre d'idées, la technologie mise au point au Canada peut être accessible, par l'intermédiaire de la maison mère, aux autres membres de la société ou, par voie de licence, à d'autres sociétés. Cependant, le soutien technologique des usines canadiennes est généralement venu de la recherche et du développement faits au Canada, bien que les multinationales puissent faire appel à leur société mère au besoin. En effet, les sociétés qui appartiennent à des intérêts canadiens achètent la technologie sous licence lorsqu'elles le peuvent; de plus, elles ont la liberté de chercher la meilleure technologie disponible. Dans une illustration caractéristique du rôle de la R-D dans une stratégie technologique «d'adoption et d'adaptation» (*voir* l'annexe), les capacités des sociétés pétrochimiques canadiennes en matière de R-D sont gérées de façon à ce que les sociétés puissent se maintenir à jour en fonction des derniers progrès techniques dans le monde.

Selon une étude de Statistique Canada sur l'industrie chimique canadienne, le budget des services de R-D des sociétés chimiques dans le domaine des caoutchoucs et plastiques (qui comprend la plupart des produits pétrochimiques) représente moins de 1 p. 100 de leurs ventes[24]. Dans le domaine des autres produits chimiques (qui comprennent les spécialités chimiques non organiques et quelques autres produits pétrochimiques), le montant s'élève à un peu plus de 1 p. 100 des ventes. À partir de ces données, il apparaît que le budget de la R-D dans le secteur pétrochimique au Canada représente un peu moins de 1 p. 100 des ventes. Cependant, la définition de ce qu'est la R-D est toujours un exercice difficile. Par ailleurs, selon une autre étude des principaux fabricants de produits pétrochimiques au Canada, menée en 1990 pour le Conseil des sciences du Canada par la société Law, Sigurdson and Associates, les dépenses en R-D et en soutien technologique dans les sociétés faisant l'objet de l'étude étaient, au moment de l'étude, de l'ordre de 120 millions de dollars[25]. Ces dépenses représentent environ 1,8 p. 100 des ventes totales de produits pétrochimiques au Canada en 1989. (Cette étude couvrait les principaux producteurs au Canada; bon nombre des entreprises plus petites font peu de R-D, voire pas du tout.)

Il peut être intéressant de comparer ce dernier niveau de R-D avec l'investissement des sociétés pétrochimiques canadiennes. Celui-ci a énormément fluctué au cours des dernières années, mais semble se maintenir autour de 500 millions de dollars par année (tableau 7 indique un montant de 459 millions de dollars pour 1989). Par conséquent, le niveau de R-D représenterait 26 p. 100 de l'investissement en 1989. Si, comme nous l'avons déjà remarqué, l'industrie japonaise dépense vraiment entre 60 et 70 p. 100 de son investissement en R-D, le Canada serait vraiment en train de se laisser distancer. Même les différences qui existent entre les stratégies technologiques fondamentales dans la fabrication des produits chimiques de base et celles de la production de spécialités chimiques ne peuvent expliquer cette énorme différence.

Il serait intéressant d'obtenir les chiffres correspondants du secteur pétrochimique américain. Même si, toutes proportions gardées, les dépenses en R-D aux États-Unis sont le double de celles du Canada, elles seraient quand même inférieures aux dépenses en R-D de l'industrie japonaise. Ainsi, l'industrie pétrochimique américaine risque vraisemblablement de se laisser dépasser, elle aussi, par l'industrie pétrochimique japonaise.

Les stratégies technologiques de l'industrie pétrochimique au Canada

Une étude des stratégies technologiques de la majorité des sociétés pétrochimiques au Canada indique que la plupart sont des variantes de la stratégie d'adoption et d'adaptation (*voir* tableau 8). Le gros de la R-D au Canada se fait en développement — modification de procédés, application et mise au point des produits. Cela vient de l'orientation vers les produits de base de la structure de l'industrie pétrochimique, ainsi que de l'accessibilité de la technologie soit par licence, soit par obtention directe des sociétés mères. L'innovation dans l'industrie pétrochimique tend à demander la collaboration avec les clients pour le développement d'applications des produits et la spécialisation des produits et des procédés.

Tableau 8. Stratégies technologiques des sociétés de produits pétrochimiques canadiennes

	Procédé (%)	Produit (%)
Adoption et adaptation	90	70
Innovation	10	30
Percée	—	—

Source : Law, Sigurdson and Associates, *Analysis of Technology Adoption and R&D Activity among Canadian Petrochemical Firms*, rapport rédigé à contrat pour le Conseil des sciences du Canada, 1990 (inédit), p. I-10.

La société Law, Sigurdson and Associates laisse entendre que la structure de la propriété de l'industrie pétrochimique pourrait être une des raisons pour lesquelles l'investissement dans la R-D est si faible au Canada. Les entreprises à domination étrangère acquièrent la technologie des produits et des procédés des sociétés mères ou par des licences cédées par de grandes multinationales; elles n'ont donc aucun besoin réel d'être innovatrices. En fait, selon Law, Sigurdson and Associates, les sociétés de produits pétrochimiques canadiennes paient environ 50 millions de dollars en redevances et frais connexes, ce qui constitue un gros montant, égal à 41 p. 100 des dépenses totales en R-D. Très peu de secteurs ont une proportion si grande de dépenses en droits et redevances.

On peut ajouter que la principale raison pour laquelle les dépenses en R-D sont si basses est que les sociétés canadiennes exploitent des installations dans des zones où l'on peut se procurer facilement les technologies standard moyennant des redevances modestes. Bien des sociétés canadiennes ont adopté une stratégie commerciale qui se concentre sur les marchés de produits de base, ce qui nécessite l'amélioration des matières premières et l'exportation de charges d'alimentation. Une telle stratégie offre moins de possibilités pour l'innovation.

La société Law, Sigurdson and Associates fait état de six entreprises au Canada faisant de la recherche dans la production de résines plastiques. L'élaboration, qui comprend la spécialisation des résines ou l'optimisation du traitement des résines pour les procédés de production des clients, est un aspect important du soutien technologique offert aux clients. En fait, au Canada, la valeur du soutien technique pour le développement de la technologie et des produits offerts aux producteurs de résines plastiques et de caoutchouc oscille entre 77 et 91 millions de dollars par année.

La société Law, Sigurdson and Associates a également trouvé que plusieurs filiales canadiennes de sociétés étrangères ont des mandats pour faire de la R-D pour des produits et des procédés dans des domaines précis. Non seulement ces mandats tendent à encourager l'innovation,

mais ils permettent de commercialiser cette dernière dans l'ensemble de la société et de bâtir les ressources et l'expertise techniques pour résoudre les problèmes commerciaux et technologiques.

Au cours des dernières années, la R-D de base de l'industrie pétrochimique au Canada s'est orientée vers l'amélioration des procédés afin d'obtenir une production plus élevée. Ce travail a amené le développement de nouveaux catalyseurs et d'autres améliorations technologiques.

Évaluation du rendement de la R-D dans l'industrie pétrochimique au Canada

Il est intéressant, une fois de plus, de poursuivre l'analogie avec Union Carbide. En 1989, les dépenses en R-D dans le secteur chimique d'Union Carbide s'élevaient à 181 millions de dollars américains, soit environ 2,1 p. 100 des ventes totales de la société (*voir* tableau 4). En termes absolus, ce chiffre représente à peu près 50 p. 100 de plus que ne dépense l'industrie pétrochimique canadienne, mais il peut être trompeur si l'on tient compte des différentes combinaisons de produits. Proportionnellement parlant, Union Carbide a plus de spécialités chimiques, ce qui augmente ses dépenses en R-D — comme le dit un cadre supérieur de l'industrie : «Il faut comparer les pommes avec les pommes et non avec les oranges». Néanmoins, la comparaison avec Union Carbide — même si le manque de données empêche une comparaison juste, en raison des différentes combinaisons de produits — a au moins l'avantage de soulever la question suivante : le Canada dépense-t-il suffisamment en R-D?

Beaucoup d'industriels laissent entendre qu'on aurait un meilleur indice du rendement de la R-D effectuée au Canada en mettant en rapport les dépenses de toutes les entreprises pétrochimiques et leur valeur ajoutée dans ce domaine. Le prix des facteurs de production des produits chimiques de base est relativement élevé (le coût des charges d'alimentation constituant une part importante du prix du produit fini). Or, comme il s'agit de produits de base, ils sont sujets à des prix concurrentiels et les marges de profit ont donc tendance à être faibles. Par conséquent, la valeur ajoutée des produits de base est plus petite que celle des spécialités. Malheureusement, il n'est pas facile d'obtenir des données internationales sur la valeur ajoutée.

La question de savoir si, en matière de R-D, l'industrie pétrochimique canadienne dépense, proportionnellement et pour une même combinaison de produits, autant que ses concurrents — les Américains du moins — est affaire d'évaluation personnelle. Pourtant, si l'on tient compte de la combinaison des produits, la similitude du rapport entre le montant des dépenses en R-D et celui des ventes dans l'industrie canadienne, d'une part, et chez Union Carbide, une multinationale représentative, d'autre part, indique que le Canada fait probablement suffisamment de R-D.

La grande question, qui avec ce type de comparaison reste sans réponse, est de savoir si la stratégie commerciale fondamentale de l'industrie pétrochimique canadienne — l'orientation vers les produits chimiques de base — est vraiment la meilleure. Voilà la question importante à laquelle chaque société doit répondre en fonction des conditions qui lui sont propres. Nous passons donc à l'étude des principales sociétés de produits pétrochimiques canadiennes.

Les principales sociétés de produits pétrochimiques au Canada

Le tableau 9 fait état des principales sociétés de produits pétrochimiques au Canada et de leurs ventes pour 1989. Bien que Nova Pétrochimie, la plus importante, soit canadienne, la plupart des autres grandes entreprises sont des filiales de multinationales étrangères. De plus, il existe plusieurs entreprises étrangères au secteur des produits chimiques dont la plus grande partie des activités commerciales est liée aux produits pétrochimiques.

Tableau 9. Principaux fabricants de produits pétrochimiques au Canada

Sociétés de produits chimiques	Propriété	Ventes en 1989 (en millions de dollars)
Nova Pétrochimie	canadienne	2 551
Dow Chemical Canada	américaine	2 078
Du Pont Canada	américaine	1 435
CIL/ICI Canada	britannique	1 206
Esso Chimie Canada	américaine	920
Shell Canada Chemical	hollandaise	740
Union Carbide Canada	américaine	560
Monsanto Canada	américaine	490
Celanese Canada	américaine	410
B.F. Goodrich Canada	américaine	390
Hoechst Canada	allemande	294
AT Plastics	canadienne	190
Ocelot Industries	canadienne	174
Kemtec Petrochemical	canadienne	158
Autres sociétés ayant une grosse production pétrochimique		
General Electric Canada	américaine	1 612
Canadian Occidental	américaine	591
PPG Canada	américaine	553
BASF Canada	allemande	394

Source : Law, Sigurdson and Associates, *Analysis of Technology Adoption and R&D Activity among Canadian Petrochemical Firms*, rapport rédigé à contrat pour le Conseil des sciences du Canada, 1990 (inédit), p. II-10.

Nova Pétrochimie

Au cours des quinze années qui se sont écoulées depuis le milieu des années 1970, Nova Pétrochimie a bâti une entreprise de produits chimiques appartenant à des intérêts canadiens et dirigée par des Canadiens. Elle constitue maintenant la plus importante société de produits chimiques au Canada et possède des installations d'envergure mondiale en Alberta et en Ontario, des usines de plastiques de même importance au Canada et aux États-Unis, ainsi qu'un réseau mondial et indépendant de commercialisation et de distribution. Nova a constamment développé ses capacités de R-D au Canada et aux États-Unis; son budget de R-D s'élève à 34 millions de dollars, et sa division de la R-D compte un personnel scientifique de 300 personnes.

L'Alberta est le siège des opérations principales de Nova. La société produit de l'éthylène, du polyéthylène de basse et de haute densités, du polypropylène, de l'éthylbenzène, du styrène, du polystyrène et du méthanol. En 1988, Nova a acquis Polysar à Sarnia; en 1990, cependant, elle a vendu la division des caoutchoucs pour alléger son passif.

Nova possède deux centres de R-D, l'un à Calgary, l'autre à Boston, chacun d'eux apportant le soutien technologique à une partie des installations de production de polymères appartenant à la

société. Le centre de Calgary, avec un personnel de 100 à 150 employés, apporte le soutien technologique aux installations de production de polyéthylène et de polypropylène. Le centre de Boston, qui est à peu près de la même taille, apporte pour sa part le soutien technologique aux diverses usines de polystyrène en Amérique du Nord. (L'ancien centre de Polysar, maintenant repris par la société Bayer, continue d'apporter le soutien technologique aux installations de production du caoutchouc.) Nova utilise ses ressources internes pour la plus grande partie de sa recherche et de son développement, mais donne une certaine partie de la recherche en sous-traitance aux universités et aux centres de recherche.

Bien que Nova appartienne à des intérêts canadiens, sa stratégie technologique n'est pas particulièrement différente de celle des filiales canadiennes de multinationales étrangères. Fondamentalement, Nova applique une stratégie d'adoption et d'adaptation pour la fabrication de produits chimiques de base. La société a d'ailleurs réussi à fabriquer et à vendre une vaste gamme de produits chimiques de base et de plastiques de façon efficace et compétitive.

En tant que plus gros fabricant de produits chimiques au Canada, Nova ne cherche pas à adopter des stratégies commerciales et technologiques plus dynamiques et plus innovatrices pour le moment. La société semble suffisamment importante pour bénéficier des économies d'échelle et elle profite également de charges d'alimentation bon marché. La technologie de Nova n'est cependant pas très différente de celle des autres fabricants de produits pétrochimiques. L'entreprise a grandi en adoptant une stratégie commerciale dynamique basée sur l'utilisation de la meilleure technologie existante.

Dow Chemical Canada

Une centaine de personnes travaillent dans le domaine de la R-D chez Dow Chemical Canada, à Sarnia. La société peut également compter sur les installations de R-D de sa société mère, qui possède son plus gros centre de recherche aux États-Unis, à environ 100 kilomètres de Sarnia.

Au Canada, Dow fait de la recherche et offre un soutien technologique aux producteurs de polyéthylène et de polystyrène. Bien que Dow Chemical Canada obtienne une technologie de production de base de la société mère, elle a un mandat pour faire des modifications et des mises au point de procédés de production de polyéthylène. Dow travaille également sur les résines de styrène et sur le polyéthylène.

Du Pont Canada

Du Pont a un personnel d'environ 180 personnes dans son centre de recherche de Kingston. Les recherches qui s'y font comprennent la mise au point de techniques et le transfert technologique en provenance de la société mère et d'autres entreprises de produits chimiques.

L'organisation de Du Pont Canada en ce qui a trait à la recherche mérite une mention spéciale, car ce sont essentiellement les dirigeants canadiens qui décident de la quantité de recherche à faire localement. Bon nombre de multinationales ne décentralisent pas ainsi les fonctions de R-D. Néanmoins, une multinationale peut prendre une longueur d'avance avec une décentralisation qui mise sur la créativité technique et scientifique locale. (Pour une étude approfondie sur la décentralisation de la R-D, *voir* la série «Stratégies sectorielles en matière de technologie» du Conseil des sciences du Canada, n° 4 — *Les véhicules automobiles au Canada.*)

La plupart des recherches du centre de la société Du Pont Canada apportent le soutien technologique aux usines de polyéthylène et de nylon. Le centre a mis au point un procédé de production de polyéthylène linéaire basé sur la technologie de polymérisation en solution de la société mère, E.I. Du Pont. La société canadienne continue d'apporter le soutien technologique et d'adapter cette technologie qui a été vendue sous licence dans le monde entier, avec succès.

Bien que la technologie du procédé de base de fabrication du nylon ait été obtenue de la société mère, Du Pont Canada a participé à la mise au point technologique de la fabrication du nylon. Elle a également mis au point le procédé par oxydation du cyclohexane pour la production d'une des matières premières du nylon ainsi que pour la technologie du feuil de nylon. La société canadienne a le mandat de mettre au point des nouveaux polymères de nylon.

ICI Canada

Les principaux produits d'ICI au Canada sont l'ammoniac, l'urée et le nitrate d'ammonium, trois produits utilisés dans les engrais et les explosifs. Bien qu'ICI Canada fasse de la recherche appliquée au Canada, la plus grande partie de sa technologie vient de la société mère au Royaume-Uni.

Esso Chimie Canada

Avec un effectif d'une soixantaine d'employés, le centre technique d'Esso, à Sarnia, assure le soutien technologique dans plusieurs domaines : les polymères (polyéthylène et polychlorure de vinyle), les produits chimiques de base (éthylène et BTX, solvants) et les produits de rendement caractéristique (spécialités chimiques et produits chimiques de l'industrie des pâtes et papiers). La société fait également des travaux de développement d'engrais à Redwater, en Alberta.

Le centre technique contribue également au développement de procédés et de produits à l'intention des usines de polyéthylène et de résines de polychlorure de vinyle. La filiale canadienne dépend cependant de la société mère pour ses besoins en matière de recherche fondamentale.

Shell Canada Chemical

Au Canada, Shell Canada produit de l'éthylbenzène, du styrène, du polypropylène et de l'isopropanol. Le centre de recherche de la société, à Oakville, fournit des services techniques et scientifiques aux usines canadiennes. La majeure partie de la R-D effectuée au Canada se fait dans le domaine du polypropylène. Shell Canada a également accès aux centres de R-D de la société mère.

La R-D universitaire

Bien que, comme partout dans le monde, le gros de la R-D dans le secteur de la pétrochimie au Canada soit financé et dirigé par l'industrie elle-même, les grandes sociétés apportent un appui financier à la recherche universitaire. Quelques sociétés travaillent d'ailleurs avec les organismes de recherche provinciaux et avec le Conseil national de recherches du Canada. Les universités canadiennes qui font de la recherche pétrochimique sont les suivantes : l'université McGill, l'université McMaster, la Technical University of Nova Scotia, l'École polytechnique de Montréal, l'université Queen's, l'Université du Québec à Trois-Rivières, l'Université de Toronto et l'Université de Waterloo.

Des mesures ont été prises, en partie sous l'égide de l'Association canadienne des fabricants de produits chimiques, pour améliorer la coopération et la coordination entre les universités et l'industrie. Il reste à mentionner l'Institute for Chemical Science and Technology, qui jouit du soutien de l'industrie et des universités.

Les possibilités et les stratégies de croissance du secteur de la pétrochimie au Canada

La grande capacité concurrentielle du secteur de la pétrochimie au Canada est liée à ses ressources abondantes en gaz naturel et en pétrole brut d'où l'on tire les charges d'alimentation. Grâce à ces ressources, l'investissement dans le secteur de la pétrochimie a été considérable, ce qui en fait un secteur rentable et, d'une manière générale, une belle réussite.

Cependant, pour être compétitif sur le marché des produits chimiques de base, un pays doit continuer à fabriquer et à vendre ses produits à des prix inférieurs à ceux de ses concurrents. Pour obtenir des économies d'échelle dans la fabrication de produits chimiques de base, il faut, en plus de charges d'alimentation en pétrole et en gaz bon marché, un investissement considérable dans la technologie de pointe. Le climat d'investissement et la structure fiscale d'un pays sont donc de première importance, puisqu'ils peuvent en effet être à l'origine de la réussite ou de l'échec de toute l'industrie. Dans les années 1980, le Programme énergétique national du gouvernement canadien a toutefois imposé une charge fiscale supplémentaire aux producteurs canadiens, ce qui a réduit leur compétitivité. Bien que l'*Accord de libre-échange* puisse être avantageux pour le secteur de la pétrochimie en lui ouvrant l'accès à de plus vastes marchés, un coût élevé du capital réel découragera les gros investissements.

La plupart des sociétés canadiennes font un certain effort en matière de développement de procédés, mais leur investissement dans la R-D a été bien inférieur à celui de leurs sociétés mères à l'étranger. La plus grande partie de la technologie utilisée dans les usines canadiennes est mise au point par des sociétés mères ou achetée sous licence à de grandes sociétés d'équipement ou de produits pétrochimiques. De cette façon, les sociétés canadiennes ont accès à la technologie de pointe et aux améliorations de procédés. Mais le Canada ne dispose pas d'une base technologique qui lui permettrait d'innover davantage et il continue de dépendre de la technologie étrangère.

Questions sur l'orientation de l'industrie pétrochimique canadienne vers les produits de base

Il n'est pas souhaitable, pour l'instant, de conclure que les produits pétrochimiques de base sont «mauvais» et que les spécialités chimiques sont «bonnes». En fait, un grand nombre de facteurs commerciaux jouent en faveur du maintien de la production canadienne des produits pétrochimiques de base. Néanmoins, les questions suivantes devraient être soulevées en ce qui concerne l'orientation de l'industrie canadienne vers la fabrication de produits de base.

- Le secteur de la pétrochimie au Canada est rentable. Mais pourra-t-il assurer sa croissance à long terme seulement en sacrifiant la rente du gaz naturel?

- L'industrie pétrochimique canadienne a actuellement accès à une technologie d'envergure mondiale grâce à des liens avec les sociétés mères aux États-Unis et en Europe. Mais si une nouvelle technologie d'envergure mondiale venait d'ailleurs (par exemple du Japon), le secteur canadien trouverait-il cette technologie aussi facile à acquérir?

- L'industrie pétrochimique canadienne a généralement été décrite comme «faible en matière de R-D», ce qui est dû au fait qu'elle s'est orientée vers les produits de base. Mais la tendance mondiale dans la technologie chimique changera-t-elle? Commencera-t-elle à mettre l'accent sur le

développement des produits et sur les capacités d'intégration technologique plutôt que sur les économies d'échelle?

- L'industrie pétrochimique canadienne a évité les coûts de commercialisation (augmentant ainsi son efficience) en vendant ses produits de base à une clientèle restreinte. Mais cette pratique ne rend-elle pas l'industrie vulnérable aux changements possibles dans les spécifications des produits finis qui pourraient rendre les investissements canadiens largement inutiles?

- Jusqu'à présent, l'industrie pétrochimique canadienne a eu des charges d'alimentation bon marché. Mais ses dirigeants auront-ils l'autorité et la force d'axer des investissements sur le Mexique ou sur tout autre pays s'il y a lieu, afin d'obtenir des charges d'alimentation encore meilleur marché?

Les possibilités de croissance future

Davantage de mandats de production

De nombreuses sociétés canadiennes travaillent avec les clients pour mettre au point des résines et des produits chimiques destinés à des applications finales. Autrefois, ce genre de travail était freiné par le marché restreint que constituait le Canada. Cependant, grâce à l'*Accord de libre-échange*, les filiales canadiennes des multinationales devraient, à l'avenir, avoir accès aux marchés mondiaux. Certaines sociétés canadiennes ont déjà des mandats de production dans certains domaines précis. Les gestionnaires canadiens devraient accorder la priorité à l'obtention d'un plus grand nombre de mandats de production.

La commercialisation

Dans son étude sur les sociétés de produits pétrochimiques canadiennes, la société Law, Sigurdson and Associates conclue que, bien qu'il puisse y avoir un grand potentiel d'innovation dans les applications de procédés et de marchés, il y a peu d'avantages à innover au Canada. Ces experts ont trouvé qu'un bon nombre d'entreprises pétrochimiques n'ont tout simplement pas la masse critique nécessaire pour mettre au point de nouvelles technologies. De plus, dans le marché relativement restreint du Canada, le rapport risque/bénéfice pour l'innovation est trop élevé pour la plupart des dirigeants des sociétés canadiennes. En outre, bien que l'*Accord de libre-échange* soit prometteur en ce qui concerne l'accès du Canada au vaste marché nord-américain, il pose un nouveau problème : celui de la mise en place du réseau de commercialisation nécessaire. Des partenaires commerciaux pourraient ainsi avoir un rôle utile à jouer dans l'établissement d'un tel réseau.

La réglementation de l'environnement

La réglementation de l'environnement constitue une préoccupation majeure pour l'industrie pétrochimique. Or, le fait que la réglementation de certains pays en développement soit moins stricte pourrait nuire au Canada en rendant les emplacements là-bas plus attrayants pour les développements futurs. L'industrie pétrochimique canadienne ne s'oppose cependant pas à la réglementation de l'environnement mais, en raison des longs délais d'exécution associés à la construction de grandes installations industrielles, elle a besoin de stabilité dans ce domaine pour planifier intelligemment.

L'intégration du cycle de production

Bien que le secteur des spécialités chimiques soit moins avide de capitaux que le secteur des produits de base, la dernière décennie a vu, au Canada, un déclin de la production et de la compétitivité dans les spécialités chimiques; ce déclin était attribuable en partie au retrait des barrières tarifaires. Un

grand nombre de producteurs canadiens étaient tout simplement trop petits autrefois pour concurrencer, sur les marchés nord-américains, les producteurs des États-Unis. Il y a peut-être encore, dans le développement de l'industrie des spécialités chimiques, des occasions de gain à long terme. La solution est de développer une intégration plus avancée de l'ensemble du cycle de production, depuis les matières premières jusqu'au produit fini, pour entraîner une coopération plus étroite avec le client ou les industries en aval afin de comprendre leurs besoins commerciaux.

Par exemple, au Canada, le secteur des pâtes et papiers fait l'objet de pressions croissantes qui le poussent à réduire les substances polluantes de ses effluents. La recherche dans le développement de floculants et de résines synthétiques, pour améliorer l'élimination des contaminants dans les ensembles de traitement de l'eau, est en cours. Mais les chercheurs devront collaborer étroitement avec les entreprises de pâtes et papiers s'ils veulent mettre au point les conditions chimiques et réactives nécessaires pour optimiser l'efficacité du traitement. D'autres secteurs, tels que l'industrie des pièces automobiles, l'exploitation minière et le traitement des minéraux, la sidérurgie, les métaux non ferreux, l'agriculture et l'alimentation, et même l'électronique, ont également des besoins uniques. La mise au point des produits en travaillant de concert avec les industries concernées, afin d'améliorer la qualité de leurs produits et services, pourrait mener à des exportations importantes pour les sociétés canadiennes.

Grâce à ses services d'information commerciale, Industrie, Sciences et Technologie Canada a fait des progrès remarquables dans la découverte de créneaux de marché pour le développement des spécialités chimiques. Le ministère a conclu qu'il existe un marché important. Sans doute certaines sociétés canadiennes, les petites en particulier, pourront-elles bénéficier de cet effort.

Les défis à l'horizon

Les problèmes inhérents à la pollution de l'environnement comptent parmi les difficultés que l'industrie chimique mondiale devra surmonter au cours de la prochaine décennie. La réduction de la pollution exigera en effet un investissement considérable dans la R-D des procédés (pour réduire les polluants), ainsi que dans la R-D des produits (tant pour trouver des succédanés aux produits chimiques dangereux que pour mettre au point d'autres méthodes de recyclage des plastiques). À cela s'ajoutent les pressions de ceux qui attendent des résultats à court terme, dans une industrie qui exige énormément de capitaux pour la recherche ainsi que pour l'établissement de vastes installations, deux facteurs qui ne sont rentables qu'à long terme. L'industrie devra aussi résoudre des problèmes commerciaux, comme ceux que posent le protectionnisme, les accords de libre-échange en Amérique du Nord et en Europe et la fluctuation des taux de change. Elle devra également tenir compte de l'imprévisibilité du cours du pétrole et de la capacité de production excédentaire. Il y a cependant des possibilités de croissance dans les polymères, les produits chimiques de base intermédiaires et les produits chimiques utilisés dans les petits créneaux de marchés, tels que l'industrie de haute technologie. Certains analystes prévoient un virement encore plus prononcé vers les spécialités chimiques et concluent que la différenciation des produits jouera un rôle important dans la croissance des entreprises.

À la longue, toute stratégie visant la différenciation des produits exigera une collaboration encore plus étroite avec les clients en bout de ligne et la poursuite d'une stratégie d'intégration en aval. Il existe des possibilités, surtout pour les producteurs de polymères et de résines, de faire une intégration en aval et de travailler avec les clients ultimes au développement de produits et de procédés. Cependant, lorsque les sociétés canadiennes envisagent l'intégration en aval, elles doivent prendre en considération l'importance du marché canadien, l'accessibilité accrue au marché américain et leur propre habileté à obtenir des mandats de production de leurs sociétés mères. La différenciation

des produits ne sera pas facile. Compte tenu de son orientation vers les procédés de fabrication de produits chimiques de base, l'industrie n'a eu ces dernières années qu'une expérience limitée de la R-D dans les nouveaux produits. Il est clair qu'elle devra réussir un véritable tour de force afin de développer ou d'acquérir à nouveau cette capacité. Malgré le faible coût des charges d'alimentation et l'envergure mondiale de ses activités, l'industrie pétrochimique canadienne doit donc augmenter sa capacité d'innovation en matière de nouveaux produits si elle veut atteindre son vrai potentiel dans les années à venir.

Annexe : Cadre d'analyse des stratégies sectorielles en matière de technologie

Dans le cadre de la méthode d'analyse de chaque secteur, le Conseil des sciences du Canada a cherché, dans la mesure du possible, à évaluer les stratégies des entreprises en matière de technologie conformément au schéma suivant :

produit			
procédé			
	adoption et adaptation	innovation	percée

Catégories de stratégies

Adoption et adaptation : Acquérir une technologie et l'adapter afin de s'en servir pour soutenir la concurrence.

Innovation : Améliorer progressivement la technologie gagnante afin d'obtenir une plus grande part du marché ou de conserver son avantage concurrentiel.

Percée : Chercher à créer une discontinuité sur le marché et, par ce moyen, devancer les concurrents.

Les études de cas d'entreprises ont généralement porté sur au moins sept paramètres clés qui influent sur la stratégie d'une entreprise en matière de technologie :

- trois paramètres internes :
  - — la position concurrentielle,
  - — la capacité d'innover,
  - — la stratégie et la vision;
- quatre paramètres externes :
  - — les demandes du client,
  - — la rivalité concurrentielle,
  - — les conditions d'approvisionnement,
  - — la technologie disponible.

La méthode prévoyait aussi essentiellement un processus en trois étapes pour chaque secteur. Dans la première étape, un ou plusieurs entrepreneurs ont analysé les éléments principaux de la compétitivité et de la performance en matière de R-D du secteur canadien et de ses principaux

concurrents étrangers. La deuxième étape comprenait l'évaluation du ou des rapports préparés à contrat, la discussion avec les entrepreneurs et autres experts, une recherche maison supplémentaire et la préparation d'une ébauche de rapport du Conseil. Au cours de la troisième étape, des spécialistes de l'extérieur ont formulé des observations sur l'une ou sur plusieurs des ébauches du rapport du Conseil, qui ont alors été révisées et raffinées au besoin, à la suggestion de la personne ressource de ce secteur au sein du comité chargé du projet (*voir* les remerciements). Pour certains secteurs, la troisième étape comptait aussi la participation de plusieurs spécialistes de l'extérieur dans le cadre d'un petit atelier de travail, dont une partie a permis de définir certains éléments d'un plan d'action possible pour le secteur. Le rapport a ensuite été soumis pour approbation finale au Comité de direction du Conseil des sciences, avant d'être envoyé à Industrie, Sciences et Technologie Canada.

Notes

1. *Report of the Petrochemical Industry Task Force*, Annexe D-1, Ottawa, 1984.

2. «Shake, heat, squeaky-pop», *The Economist*, 16 juillet 1988, pp. 68-69.

3. «World Chemical Outlook», *Chemical and Engineering News*, 10 décembre 1990, p. 37.

4. SRI International, *Survol de l'industrie pétrochimique de la technologie et des découvertes en R-D aux États-Unis*, rapport préparé à contrat pour le Conseil des sciences du Canada, 1990 (inédit), pp. 11-12.

5. «World Chemical Outlook», *op. cit.*, p. 28.

6. *Ibid.*, pp. 38-40.

7. «East European Report: Chemical Industry», *Chemical and Engineering News*, 10 décembre 1990, pp. 15-39.

8. M. Dertouzos, R. Lester et R. Solow, éds, *Made in America: Regaining the Productive Edge*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1989, p. 193.

9. Organisation de coopération et de développement économiques, *Economic Aspects of International Chemicals Control*, Paris, OCDE, 1984, p. 19.

10. M.N. Baily et A. K. Chakrabarti, *Innovation and the Productivity Crisis*, Washington, D.C., The Brookings Institution, 1988, p. 55.

11. R. Rothwell, «Project SAPPHO: A Comparative Study of Success and Failure in Industrial Innovation», *Information Age*, vol. 7, n° 4, 1985, pp. 215-219; R. Rothwell *et al.*, «Sappho Updated», *Research Policy*, vol. 3, n° 3, 1974, pp. 257-291; C. Freeman, *The Economics of Industrial Innovation*, Londres, Pinter, 1982.

12. C. Freeman et L. Soete, *New Explorations in the Economics of Technical Change*, Londres, Pinter, 1990, p. 77.

13. K. Pavitt, «Sector Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory», *Research Policy*, vol. 13, n° 6, pp. 343-373.

14. C. Freeman, «Technical Innovation in the World Chemical Industry and Changes of Techno-economic Paradigm», *in* C. Freeman et L. Soete, *op. cit.*, p. 86.

15. «Facts and Figures for Chemical R&D», *Chemical and Engineering News*, 20 août 1990, p. 30.

16. SRI International, *op. cit.*, p. 70.

17. J. Wakin, SRI International, communication personnelle destinée au Conseil des sciences du Canada, 20 mars 1991.

18. A.F. Yen et S.H. Abrahams, «Pretreatment to Meet the EPA's Organic Chemicals, Plastics and Synthetic Fibers Effluent Guidelines», *in Hazardous and Industrial Waste: Proceedings of the 21st Mid-Atlantic Industrial Waste Conference*, C.A. Cole et D.A. Long éds, Lancaster, Pa., Technomic Publishing, 1989.

19. Law, Sigurdson and Associates, «Analysis of Technology Adoption and R&D Activity among Canadian Petrochemical Firms», rapport préparé à contrat pour le Conseil des sciences du Canada, 1990 (inédit), p. II-1.

20. *Ibid.*, p. II-2.

21. Cette section s'appuie largement sur le rapport rédigé par Law, Sigurdson and Associates, *op. cit.*

22. Data Resources Inc., *The Outlook for International Plastics*, New York, McGraw Hill, 1989, p. A-58.

23. Law, Sigurdson and Associates, *op. cit.*, pp. IV-7-8.

24. Statistique Canada, *Statistiques sur la recherche et le développement industriels (avec des estimations) 1989*, n° cat. 88-202, Ottawa, décembre 1991, p. 76.

25. Law, Sigurdson and Associates, *op. cit.*, p. II-11.